Bulletin
de la
Société Royale de Botanique de Belgique

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF
fondée le 1er juin 1862
Sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi des Belges

TOME 93
Fascicules 1 et 2
AVRIL 1961

Publié avec l'aide de la Fondation Universitaire,
du Ministère de l'Instruction Publique
et du Ministère de l'Agriculture.

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
19 MAY 1961

AVIS AUX PÉRIODIQUES

Lorsqu'un article publié dans le Bulletin de la Société Royale de Botanique est précédé d'un résumé, les périodiques de référence et de bibliographie ont toute liberté de reproduire et diffuser ce résumé, à la seule condition d'en respecter le texte.

Prix décernés par la Société

A. Prix François Crépin : Encouragement à l'étude de la Botanique, spécialement des questions se rapportant à la flore belge.

Le montant approximatif des intérêts de la Fondation Crépin sert, de trois en trois ans, à récompenser des travaux botaniques ou à encourager des efforts sérieux.

Lauréats successifs : É. De Wildeman (1895); Th. Durand et É. De Wildeman (1898); H. Micheels et A. Tonglet (1902); A. Mansion (1905); M^me^ J. Schouteden-Wéry et A. Verhulst (1911); L. Hauman (1914); H. Vanden Broecke (1922); M. Beeli et L. Magnel (1925); M^lle^ S. Leclercq (1931); M. Beeli (1934); R. Mosseray (1937); P. Duvigneaud (1940); J. Louis et J. Lebrun (1943); F. Demaret (1946); C. Vanden Berghen (1949); A. Lawalrée (1952); J. Duvigneaud (1955); J.-J. Symoens (1958).

B. Prix Léo Errera.

La Société décerne tous les trois ans un prix de 1.000 francs à l'auteur ou aux auteurs, membres de la Société, belges ou étrangers, du meilleur travail original d'anatomie, d'embryologie ou de physiologie végétales. Le prix peut être partagé.

Lauréats successifs : Él. et Ém. Marchal, et H. Micheels (1911); H. Kufferath (1914); R. de Litardière et H. Lonay (1923); R. Vandendries (1926); A. Monoyer (1929); R. Bouillenne (1932); L. Hauman (1935); P. Martens (1938); M. Homès (1941); A. Willam et J. Anciaux (1946); J. Lebrun (1949); M^lle^ G. Van Schoor (1952); A. Gilles (1955); C. Sironval (1958).

C. Prix Émile De Wildeman.

La Société décerne tous les ans un « Prix Émile De Wildeman », à l'auteur ou aux auteurs, membres de la Société, belges ou étrangers, du meilleur travail original relatif à la Botanique congolaise, prise dans son sens le plus large.

Le prix est décerné alternativement à un travail relatif soit à la Systématique ou à la Phytogéographie, soit à la Morphologie, l'Écologie ou la Physiologie.

Lauréats successifs : R. Boutique (1951); R. Germain (1952); J. Léonard (1953); P. Demalsy (1954); P. Duvigneaud (1955); J. Lebrun (1956); R. Wilczek (1957); M^lle^ G. Van Schoor (1958); P. Piérart (1959).

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE BOTANIQUE DE BELGIQUE

Prière d'envoyer les livres, bulletins, etc., pour la Société Royale de Botanique de Belgique à l'adresse ci-après :

Société Royale de Botanique de Belgique
Bibliothèque
236, rue Royale
BRUXELLES 3
(Belgique)

Bulletin
de la
Société Royale de Botanique de Belgique

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF
fondée le 1er juin 1862
Sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi des Belges

TOME **93**
Fascicules 1 et 2
AVRIL 1961

Publié avec l'aide de la Fondation Universitaire,
du Ministère de l'Instruction Publique
et du Ministère de l'Agriculture.

Conseil d'Administration

de la

Société Royale de Botanique de Belgique

pour l'année 1960

Président : W. Mullenders (1959-1960).

Vice-Présidents : F. Darimont (1959-1960);
J. Maton (1959-1960);
R. Steyaert (1959-1960).

Trésorier : F. Van Hoeter (1955-1960).

Bibliothécaire : R. Tournay (1956-1961).

Membres : R. Bastin (1960-1962);
L. Delvosalle (1960-1962);
J. Duvigneaud (1959-1961);
P. Duvigneaud (1959-1961);
M. Homès (1959-1961);
J. Lambinon (1958-1960);
J. Léonard (1958-1960);
P. Martens (1958-1960);
F. Stockmans (1960-1962).

Secrétaire : A. Lawalrée (1955-1960).

COMMISSION DES PUBLICATIONS

pour les années 1958-1960.

Messieurs L. Hauman, M. Homès, J. Léonard, P. Martens, W. Mullenders, R. Steyaert, P. van Oye, et le Président et le Secrétaire de la Société.

L'ÉVOLUTION DE LA MÉGASPORE

par

P. PIÉRART,
Docteur en Sciences botaniques.

I. — INTRODUCTION.

L'origine et l'évolution de la mégaspore à travers le règne végétal constituent un chapitre important de la phylogénèse des plantes vasculaires.

Nous avons jugé intéressant de revoir cette question à la lumière des documents fournis par l'étude des mégaspores dispersées dans les sédiments paléozoïques et des mégaspores *in situ* des fructifications fossiles et actuelles.

La mégaspore, cellule haploïde, engendre très vite un gamétophyte femelle qui demeure plus ou moins à l'intérieur de la paroi mégasporale. C'est pour cette raison que le mot mégaspore désigne souvent et improprement le macrogamétophyte entouré du sporoderme. En palynologie, la mégaspore se rapporte souvent à la partie résistante du sporoderme, c'est-à-dire à la périspore, l'exospore et la mésospore qui subsistent généralement au cours de la fossilisation.

On peut, en première approximation, considérer comme homologues périne et périspore, exospore et sexine (exoexine), mésospore et nexine (endexine), intine et endospore (1). L'exospore et la mésospore sont constituées de sporopollenine. La périspore de certaines mégaspores paléozoïques semble également constituée de cette substance très résistante. L'endospore formée de cellulose ne subsiste pas.

L'origine de la mégaspore doit être recherchée très tôt (2); elle peut résulter d'une hétérosporie génotypique ou phénotypique.

(1) On peut également concevoir que l'exospore est l'équivalent de la sexine + l'ectonexine, et la mésospore, l'équivalent de l'endonexine.

(2) Reissinger (1939) signale des mégaspores de 455 μ et des microspores de 21-27 μ dans l'argile bleue du Cambrien inférieur d'Esthonie.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 7 (1961). — Communication présentée à la séance du 7 février 1960

L'hétérosporie semble avoir été au début génotypique et physiologique : les quatre spores de la tétrade sont morphologiquement semblables, mais deux spores engendrent un gamétophyte mâle et les deux autres un gamétophyte femelle.

Ce type d'hétérosporie génotypique se rencontre chez les Algues (*Cutleria, Dictyota, Laminaria*), les Champignons hétérothalliques, les Bryophytes et les Équisétacées (*Equisetum*).

Cette hétérosporie génotypique à été clairement démontrée par la présence d'hétérochromosomes X et Y parfois très différents chez les Bryophytes (*Sphaerocarpus, Pellia, Polytrichum attenuatum, Ceratodon purpureus*) ainsi que par les belles expériences des Marchal.

Bien que les spores soient à peu de chose près identiques, les gamétophytes mâles sont plus petits que les gamétophytes femelles.

Cette hétérosporie génotypique et physiologique peut cependant évoluer en hétérosporie biométrique.

Ernst-Schwarzenbach (1939) a signalé dans le genre *Macromitrium* (Mousse) une série d'espèces hétérosporées au point de vue génotypique et biométrique.

Macromitrium salakanium C. Müll. est la plus remarquable; cette mousse dioïque produit deux types de spores nettement tranchés : les macrospores possèdent un diamètre deux fois plus grand que les microspores, elles sont directement reconnaissables sous le microscope, la courbe biométrique est à 2 sommets bien séparés. Les macrospores sont vertes et engendrent un gamétophyte femelle plus grand que le gamétophyte mâle issu d'une microspore jaune. Chez *Cleistostoma ambigua* (Hook.) Brid., l'hétérosporie est biométrique (spores de 25 à 50 μ et de 150 à 175 μ) et nettement morphologique. On ignore la nature de cette hétérosporie (génotypique ?).

Il semble que chez certaines *Laboulbeniales* on observe également un début (3) d'hétérosporie biométrique se superposant à l'hétérosporie génotypique (*Dioicomyces, Amorphomyces*). Chez certains Ascomycètes (*Bulgaria inquinans, Ascobolus immersus*), il existe 4 spores infantiles capables de germer et 4 spores plus grandes dans l'asque. Cette hétérosporie est de nature génétique mais il n'est pas prouvé qu'elle soit liée à l'hétérothallie. Chez les Basidiomycètes, l'hétérosporie biométrique résulte de l'existence de basides bisporiques et tétrasporiques sur un même carpophore (Communication de P. Heinemann).

Dans les différents groupes de végétaux vasculaires (*Lycopsida, Sphenopsida, Pteropsida*) vraisemblablement apparentés aux Psilophytinées, la spore physiologiquement femelle a acquis, dans certaines familles, une taille plus grande que la spore physiologiquement mâle et parfois une morphologie très

(3) Dans le cas de l'hétérosporie génotypique, les différences de taille peuvent être très faibles comme c'est le cas pour des spermatozoïdes porteurs du chromosome X ou Y. Dans ce cas, la courbe biométrique est faiblement bimodale.

différente de la microspore. *Cette évolution peut être d'origine génotypique ou phénotypique.*

Selon Doyle (1953), il faut remplacer microspore par *androspore* et mégaspore par *gynospore,* car chez certaines espèces (conifères) l'androspore est plus grande que la gynospore.

Une étude embryologique est nécessaire car la taille de la paroi mégasporale peut résulter du développement du macrogamétophyte, le prothalle femelle se développant avant que le sporoderme n'ait atteint sa taille définitive. Comme on le voit, la distinction entre paroi mégasporale et paroi du macrogamétophyte est assez subtile.

L'hétérosporie biométrique est caractérisée par des mégaspores et des microspores identiques au point de vue morphologique mais différentes par la taille.

Elle est génotypique quand elle s'opère au sein de la tétrade des spores ou phénotypique quand elle est localisée à des sporanges spéciaux (microsporanges ou macrosporanges).

L'hétérosporie morphologique plus évoluée est caractérisée par une mégaspore plus différenciée possédant une morphologie et une structure spéciales, différentes et indépendantes de celle de la microspore. Elle est phénotypique (chez les sporophytes bisexués) puisqu'il y a hétérosporangie.

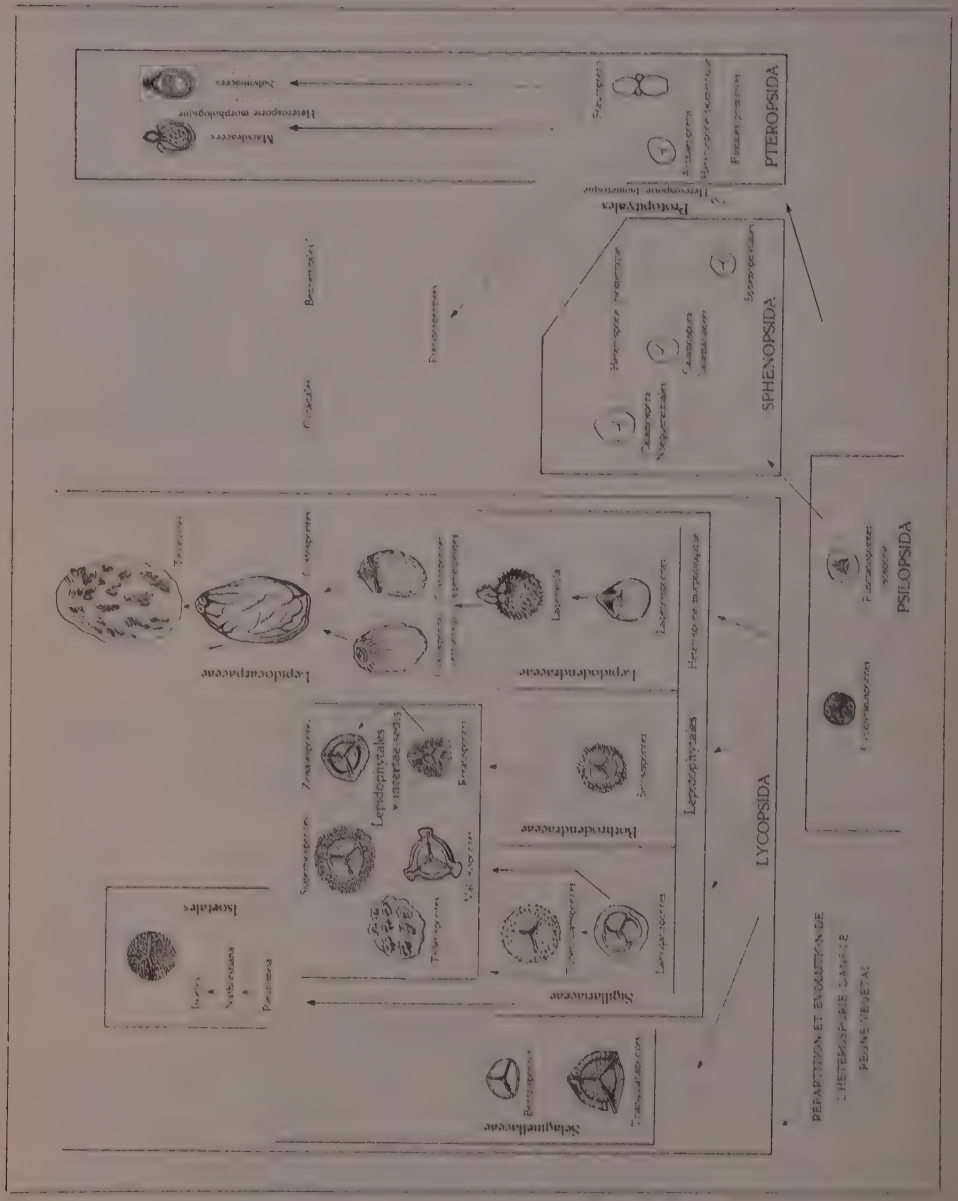
On rencontre l'hétérosporie biométrique chez d'assez nombreuses Articulées fossiles, certaines fougères primitives fossiles, les *Protopityales,* les *Aneurophyton?,* quelques fougères actuelles et peut-être chez certaines Lycopodinées primitives.

Ce moment du passage de l'hétérosporie physiologique à l'hétérosporie biométrique est très perceptible chez les *Sphenopsida* et en particulier chez les Calamitacées grâce à une série d'intermédiaires depuis l'isosporie jusqu'à l'hétérosporie biométrique. Cette dernière semble passer du type génotypique au type phénotypique.

L'hétérosporie morphologique est bien représentée chez les *Lycopsida* (Sélaginellacées, Miadesmiacées, Lépidocarpacées, Lépidodendracées, Bothrodendracées, Sigillariacées, Pleuroméiacées, Isoétacées), rare chez les *Sphenopsida* (Noeggerathiales) et chez les *Pteropsida* (*Archaeopteris?,* Salviniacées, Marsiléacées).

Nous résumerons les différents cas d'hétérosporie de la façon suivante :

Isosporie :	4 spores bisexuées dans la tétrade.
Hétérosporie génotypique :	2 spores mâles et 2 spores femelles par tétrade (se traduisant par l'*hétérosporie physiologique* ou *biométrique*).
Hétérosporie phénotypique :	Hétérosporangie; les macrosporanges et microsporanges sont distincts (se traduisant par l'*hétérosporie biométrique* ou *morphologique*).



REMARQUE : Les conifères n'ont pas été représentés sur ce tableau.

Chez les plantes à sporophytes dioïques, assez rares, l'hétérosporie redevient génotypique (déterminisme diplogénotypique), les microspores ou grains de pollen porteurs d'un chromosome X déterminent (4) la formation d'un sporophyte femelle à macrosporanges et les microspores porteurs d'un chromosome Y déterminent l'apparition d'un sporophyte mâle à microsporanges (*Melandrium*). La distinction entre hétérosporie génotypique et phénotypique devient de plus en plus difficile à faire chez les sporophytes plus ou moins sexualisés (dioïques).

II. — L'HÉTÉROSPORIE CHEZ LES *SPHENOPSIDA*.

A) Chez les Sphénophyllales, l'hétérosporie semble rarissime.

Les fructifications des Sphénophyllales étaient désignées par le genre *Sphenophyllostachys* Seward. Hoskins et Cross (1943) ont remis en honneur le genre *Bowmanites* Binney. Ces auteurs considèrent le genre *Bowmanites* comme homogène et le divisent en 3 sections : les *simplices* possédant un sporange souvent anatrope par sporangiophore, les *jugati* possédant deux sporanges par sporangiophore et les *conferti* caractérisés par des sporanges groupés en paquets de quatre par sporangiophore. Remy a rejeté cette classification (1955) et en a proposé une nouvelle basée sur 5 genres, distingués d'après la position et la structure du sporangiophore. Les différents cas d'hétérosporie signalés par Renault (1877), Zobel (1910 in Potonié) et Thoday (1906) sont contestés par Hoskins et Cross. Il ne reste plus que le cas de *Sphenophyllum verticillatum* qui serait l'unique espèce hétérosporée connue chez les Sphénophyllales. Les fructifications seraient unisexuées et contiendraient donc soit des microsporanges à pédicelles ramifiés soit des macrosporanges solitaires et sessiles.

Cependant Hoskins et Cross estiment qu'il n'est pas exclu que ces 2 types de fructifications appartiennent à 2 espèces différentes isosporées.

Les spores (isospores) des Sphénophyllales sont plus variées que celles des Calamariacées. On distingue :

1) des spores trilètes réticulées;
2) des spores trilètes pustulées;
3) des spores trilètes lisses (*Calamaspora*);
4) des spores monolètes lisses (*Laevigatosporites*);
5) des spores trilètes épineuses.

Hoskins et Cross signalent l'existence d'une périspore très fugace.

B) Chez les Calamariacées (Equisétales) ou Calamitacées, on rencontre une série continue de fructifications d'abord isosporées devenant de plus en plus hétérosporées. L'hétérosporie ne semble pas dépasser le stade hétérosporie « biométrique ».

(4) Par le truchement du microgamétophyte issu du grain de pollen ou de la microspore.

A l'exception de *Calamites multifolia* Reed où son auteur a trouvé *Lævigatosporites,* toutes les Calamitacées ont fourni jusqu'ici le type *Calamospora* aussi bien chez les isospores que chez les microspores et les mégaspores. Le genre *Calamospora* comprend des espèces variant de 30 μ à 1000 μ, caractérisées par un sporoderme lisse et généralement plissé ainsi que par des marques triradiaires assez courtes par rapport au diamètre de la spore. Les caractères morphologiques permettant de séparer les espèces font presque défaut. Les espèces peuvent être distinguées d'après la taille, la longueur des marques trilètes. l'importance des sutures et l'épaississement des surfaces de contact.

Les types de fructification sont assez variables; ils appartiennent aux genres *Calamostachys, Palaeostachya, Paracalamostachys, Huttonia, Cingularia, Macrostachya, Mazostachys.*

Nous distinguons 4 stades d'hétérosporie marquant le passage de l'isosporie à l'hétérosporie biométrique.

a) Un premier groupe de Calamariacées est caractérisé par l'isosporie accompagnée de légère variation dans la taille des spores. Chez *Macrostachya hauchecornei,* la plupart des isospores varient entre 115 et 130 μ. Les spores abortives sont absentes. Les valeurs extrêmes données par Hartung pour les isospores vont de 63 à 150 μ. Remy considère cette fructification comme appartenant à *Sphenophyllum hauchecornei.*

Chez *Calamostachys ludwigi* Carruthers, les spores sont également isosporées et varient peu (90 à 100 μ); elles sont accompagnées de spores abortives assez fréquentes et comprises entre 35 et 40 μ. *Macrostachya infundibuliformis* Brongniart est dans le même cas, les spores normales oscillent entre 100 et 110 μ, les spores abortives mesurent environ 35 μ. Ces deux dernières espèces manifestent peut-être les premiers indices de l'hétérosporie.

L'existence de spores abortives est en effet fréquente dans les macrosporanges des plantes hétérosporées. Chez *Calamostachys Binneyana* Carruthers, on peut observer dans un sporange des tétrades de 4 spores normales de 75 μ, des tétrades avec 3 spores normales et une abortive, des tétrades avec 2 spores normales et 2 abortives et enfin des tétrades avec 1 spore normale et 3 abortives.

b) Un deuxième groupe de Calamitacées produit des spores qu'il est difficile de rattacher à un type isosporé ou hétérosporé. Ce groupe réalise la première manifestation certaine de l'hétérosporie biométrique, faisant suite probablement à l'hétérosporie physiologique. Ces *Calamites* présentent dans leur fructification 2 populations de spores très proches dont le rapport du diamètre moyen des mégaspores au diamètre moyen des microspores ne dépasse pas 2. La courbe est bimodale.

Chez *Macrostachya carinata* Andrae var. *approximata* Weiss, les spores fluctuent principalement entre 70 et 80 μ et entre 100 et 110 μ. Les grandes spores se distinguent également par la présence de plis plus nombreux.

Chez *Macrostachya caudata* Weiss, il y a également deux populations de spores, l'une comprise entre 70 et 80 μ, l'autre entre 100 et 110 μ. *Palaeostachya elongata* Presl présente le même phénomène avec en plus des spores abortives.

Ces sporanges devaient probablement contenir les microspores et les mégaspores (hétérosporie génotypique?).

c) Dans un troisième groupe de Calamitacées, les microspores et les mégaspores prennent naissance dans des microsporanges et des macrosporanges distincts mais encore mélangés. Sur un même verticille, on rencontre microsporanges et macrosporanges (hétérosporie phénotypique?).

Paracalamostachys striata Weiss, étudié par Hartung, possède des microspores variant pour la plupart entre 90 et 100 μ (dimensions extrêmes de 65 à 115 μ) et des mégaspores comprises entre 220 et 250 μ (dimensions extrêmes de 130 à 335 μ). Hartung signale en plus des spores abortives de forme caractéristique comprises entre 35 et 40 μ.

Macrostachya infundibuliformis Brongniart présente le même type d'hétérosporie : mégaspores de 300 à 340 μ, microspores de 90 à 110 μ, spores abortives de 32 à 46 μ. Chez *Calamostachys casheana* Williamson, les microsporanges (spores de 40 μ) sont également mélangés aux macrosporanges (mégaspores de 180 μ).

Pour *Calamostachys americana* Arnold (1958), Arnold signale des microspores de 85 à 114 μ et des mégaspores de 260 μ du type *Calamospora*. Les deux types de spores semblent être déjà séparés sur la fructification bien que certaines sections contiennent les deux types de spores. Certains sporanges contiennent même des microspores et des mégaspores.

d) Le quatrième groupe de Calamitacées est constitué par des fructifications où l'hétérosporie biométrique est localisée le long du strobile (hétérosporie phénotypique).

Chez *Calamostachys solmsi* Weiss, les mégaspores varient entre 270 et 315 μ et sont localisées dans la partie supérieure de la fructification; les microspores comprises entre 90 et 133 μ sont produites par des microsporanges situés vers le bas.

Par contre, chez *Calamostachys tuberculata* Sternberg, les microsporanges sont situés dans la moitié supérieure de la fructification et les mégasporanges dans la moitié inférieure (comme chez la plupart des *Lycopsida* hétérosporés).

Sur la base de ces quelques exemples, on peut conclure que les isospores et les microspores des Calamitacées appartiennent très souvent au genre *Calamospora;* elles varient généralement entre 60 et 150 μ. Les mégaspores appartiennent au même genre et varient entre plus ou moins 200 μ et au moins 350 μ. Bien que beaucoup de Calamitacées soient isosporées, on observe une tendance très nette vers l'hétérosporie qui se réalise progressivement et où l'on peut distinguer trois modalités de l'hétérosporie biométrique :

1. L'HÉTÉROSPORIE BIOMÉTRIQUE FAIBLEMENT DIFFÉRENCIÉE, se traduisant par une courbe biométrique bimodale de la taille des spores, où l'on distingue deux populations : le rapport du diamètre moyen des mégaspores au diamètre moyen des microspores ne dépasse pas 2 (hétérosporie probablement génotypique).

2. L'HÉTÉROSPORIE BIOMÉTRIQUE ASSEZ BIEN DIFFÉRENCIÉE, caractérisée par un diamètre moyen des mégaspores dépassant le double du diamètre moyen des microspores. Les microsporanges et les macrosporanges sont encore mélangés dans la fructification.

3. L'HÉTÉROSPORIE BIOMÉTRIQUE TRÈS BIEN DIFFÉRENCIÉE où les macrosporanges et les microsporanges sont séparés le long de l'axe de la fructification. Les macrosporanges sont situés soit à la base soit au sommet. Les différences biométriques entre microspores et mégaspores sont du même ordre de grandeur que dans le cas précédent.

Sur 15 fructifications revues par Hartung, 3 sont assez bien différenciées au point de vue de l'hétérosporie. L'hétérosporie semble rare chez les Calamitacées, elle n'est pas liée à un genre de fructification puisqu'on la trouve chez *Paracalamostachys, Macrostachya* et *Calamostachys.*

Le genre *Mazostachys* décrit par Kosanke (1955) est isosporé.

C) Chez les Noeggerathiales, l'hétérosporie est assez différenciée. Ce groupe, créé par Nemejc, comprend quelques genres d'affinité peu certaine. Les représentants les plus typiques sont *Noeggerathia* et *Tingia.* On rattache à ce groupe des genres comme *Discinites, Sphenozamites, Plagiozamites.* Les Noeggerathiales semblent apparentées aux Sphénophyllales (feuilles, fructifications, spores); elles possèdent néanmoins des caractéristiques propres (5) et constituent selon Nemejc un groupe indépendant.

F. Nemejc a étudié la fructification de *Noeggerathia foliosa* (*Noeggerathiostrobus bohemicus*). Les mégaspores semblent être entièrement lisses, les marques triradiaires sont petites (*Calamospora*). La seule mégaspore figurée par Nemejc mesure environ 900 μ; la membrane est fortement plissée comme chez la plupart des *Calamospora.*

Les microspores ne s'écartent pas du type *Calamospora;* elles sont finement granulées et les marques triradiaires sont proportionnellement plus longues. La microspore figurée par Nemejc mesure environ 114 μ.

Halle (1954) considère les Noeggerathiales comme un groupe isolé de Ptéridophytes. Sur une douzaine de cônes de *Noeggerathiostrobus bohemicus,* il a trouvé des mégaspores de 650 à 750 μ de diamètre, groupées par seize dans les macrosporanges. Le sporoderme était lisse et plissé.

Remy (1957) décrit chez *Noeggerathiostrobus bohemicus* des microspores de 85 à 157 μ de diamètre, à paroi finement granuleuse et marques trira-

(5) Feuilles simples, nervation dichotome, axe non articulé; sporanges sessiles soudés à la face adaxiale de la sporophylle, disposés en série l'un à côté de l'autre; hétérosporie, fructification à 2 rangs de sporophylles.

diaires relativement longues. Le même auteur signale pour *N. vicinalis* E. Weiss des microspores absolument lisses de 75 à 110 μ ainsi que des mégaspores également lisses. Chez *Discinites*, les spores de 60 à 130 μ sont lisses et du type *Calamospora*.

Il semble donc que les Noeggerathiales possèdent deux types de spores biométriquement assez différenciées. Microspores et mégaspores sont du type *Calamospora*, mais la mégaspore peut atteindre 900 μ. Parfois, l'hétérosporie est légèrement morphologique, puisque la microspore peut être granuleuse.

Parmi les autres *Sphenopsida*, on ne connaît pas les spores des Calamophytacées, des Hyéniacées et des Pseudoborniacées.

Les Cheirostrobacées sont isosporées.

III. — L'HÉTÉROSPORIE CHEZ LES *LYCOPSIDA*.

L'hétérosporie morphologique est générale chez les *Lepidophytales*, les *Selaginellales* et les *Isoetales;* les fructifications sont souvent bisexuées.

Baragwanathia longifolia du Silurien supérieur d'Australie était une Lycopodinée isosporée (spores de 45 à 55 μ). On peut présumer de l'isosporie chez *Aldanophyton antiquissimum* (la position systématique de cette espèce est douteuse) du Cambrien moyen, les *Drepanophycus* et les *Protolepidodendron*. *Cyclostigma* est hétérosporé.

A) Chez les Lépidodendracées, toujours hétérosporées, les fructifications appartiennent au genre *Lepidostrobus*, cônes de quelques cm à 60 cm de long (les fructifications à microspores doivent être considérées comme étant monosexuées). Cependant, chez *Lepidostrobus Bertrandi* Zalessky du milieu du Carbonifère supérieur de Russie (bassin du Donetz), l'hétérosporie semble peu marquée : les mégaspores auraient 50 μ de diamètre et les microspores 25 μ.

Coulter et Land (1921) ont signalé l'existence d'un *Lepidostrobus* homosporé américain qui est vraisemblablement un cône monosexué.

Le mégasporange soudé sur la face adaxiale de la sporophylle est allongé dans le sens radial du cône. Les mégasporanges sont généralement situés à la base et les microsporanges au sommet des cônes bisexués. Certains auteurs ont signalé des zones intermédiaires à mégasporanges et microsporanges (Félix, 1954), ou des zones alternantes à mégaspores et microspores (Chaloner, 1953).

Les Lepidostrobus contiennent le plus souvent des mégaspores appartenant aux genres Lagenicula et Lagenoisporites. Les *Lepidostrobus* contenant des *Cystosporites* doivent être considérés comme *Lepidocarpon*.

Comme on le voit, la mégaspore est de plus en plus utilisée dans la classification des fructifications.

Cette nouvelle classification des fructifications fossiles, influencée par celle des mégaspores dispersées, est impossible à utiliser pour les strobiles

vides (les plus nombreux) ou exclusivement mâles. Un double système de classification est donc nécessaire.

Chaloner (1953) distingue d'après les mégaspores les trois espèces suivantes :

Lepidostrobus dubius contenant *Lagenicula horrida;*
Lepidostrobus russelianus contenant *Lagenoisporites rugosus;*
Lepidostrobus allantonensis contenant *Lagenicula crassiaculeata.*

La détermination de ces trois espèces est le plus souvent impossible à cause de l'absence des mégaspores; aussi faut-il utiliser *Lepidostrobus variabilis* Lindley et Hutton comme équivalent de ces trois espèces.

Inversement, on peut rencontrer des types de fructification différents qui contiennent la même mégaspore.

B) Chez les Sigillariacées, les fructifications appartiennent aux genres *Sigillariostrobus* et *Mazocarpon.*

Selon Chaloner, les *Sigillariostrobus* sont des cônes principalement unisexués, à pédoncules différenciés naissant latéralement sur le tronc.

La plupart des mégaspores macérées à partir de fructifications de Sigillariacées appartiennent à la sous-division *Azonotriletes* (genres *Laevigatisporites* et *Tuberculatisporites*). Certaines mégaspores de Sigillaires semblent néanmoins faire exception et appartenir à la sous-division *Lagenotriletes* [genre *Lagenoisporites* dégagé de *Sigillariostrobus* cf. *major* (Germar) Zeiller par S. J. Dijkstra].

On trouve le genre *Tuberculatisporites* chez *Mazocarpon* et *Sigillariostrobus;* il en est de même pour le genre *Laevigatisporites;* les deux genres semblent d'ailleurs mal délimités. Il existe en effet une série continue de formes intermédiaires reliant *Laevigatisporites glabratus* aux différentes formes de *Tuberculatisporites.* Il en est de même pour les espèces appartenant aux genres *Trileites* et *Biharisporites* dont l'origine est toujours inconnue.

C) Pour les Bothrodendracées, les fructifications appartiennent au genre *Bothrostrobus* et vraisemblablement aux genres *Mesostrobus* et *Porodendron.*

Les *Bothrostrobus* sont étroits, allongés, hétérosporés et ressemblent aux fructifications de certaines Sélaginellales. La sporophylle est pourvue d'une grande ligule et d'un mégasporange dressé et pédonculé contenant 4 mégaspores. Chez *Bothrostrobus mundus* Williamson, McLean (1912) a décrit et figuré le prothalle femelle encore inclus dans la paroi mégasporale qui doit vraisemblablement appartenir à *Setosisporites praetextus.*

Les *Setosisporites* semblent avoir la même répartition stratigraphique que les Bothrodendracées.

Le cas signalé par Chaloner (*Setosisporites hirsutus* sur *Selaginellites canombiensis*) semble exceptionnel puisque la plupart des *Selaginellites* ont fourni des *Triangulatisporites* comme mégaspores et des *Cirratriradites* comme microspores.

D) Les Lépidocarpacées ne sont connues que par des cônes sporifères (*Lepidocarpon* et *Porostrobus*).

Selon Chaloner, on pourrait rapprocher les *Lepidocarpon* des *Lepidophloios*. D'assez nombreux *Lepidostrobus* doivent passer dans les *Lepidocarpon* si l'on se base sur la morphologie de la mégaspore (*Cystosporites*). Le mégasporange ne contient plus qu'une tétrade de mégaspores représentées par une mégaspore fertile pouvant atteindre plusieurs mm de long et 3 mégaspores abortives.

L'apex de la mégaspore peut être occupé par une massa (Potonié et Kremp, 1955) de nature granuleuse (*Cystosporites varius*) ou par des marques triradiaires très courtes, le sporoderme est fibreux.

Une excroissance distale du sporoderme est parfois visible (*Cystosporites verrucosus*) qui, selon certains auteurs, devait être attachée à la paroi du mégasporange. Chez *Lepidocarpon major* (*Lepidostrobus major*), la macrospore est fixée par cette excroissance à la paroi du sporange.

Le genre *Porostrobus* représenté par *Porostrobus bennholdi* doit être voisin de *Lepidocarpon* car il a fourni comme mégaspore *Cystosporites bennholdi*.

Il est intéressant de confirmer la parenté qui existe entre les Lépidodendracées et les Lépidocarpacées.

Les fructifications sont souvent confondues sous l'étiquette *Lepidostrobus*, les microspores sont les mêmes (*Lycospora*).

Sur la base des mégaspores, on observe un allongement de l'axe polaire (*Lagenicula*) qui s'intensifie chez les Lépidocarpacées (*Cystosporites*) (voir tableau).

Certaines espèces de mégaspores sont difficiles à classer, étant intermédiaires entre les *Lagenicula* et les *Cystosporites*.

Chez *Cystosporites verrucosus* décrit par Dijkstra, le sporoderme est encore couvert de fibrilles et les spores abortives conservent parfois une taille assez importante. Arnold avait d'ailleurs décrit cette espèce sous le nom de *Lagenicula saccata* (6). Il en est de même pour *Cystosporites lageniculoides* que nous avons décrit sur du matériel de Kaiping, et de *Cystosporites barbatus* Dijkstra où l'avortement des spores est incomplet.

Dans les *Cystosporites* typiques, l'axe polaire est très long, les surfaces de contact sont très petites.

Cette évolution des *Lagenicula* vers les *Cystosporites* semble conduire vers le genre *Telocystes* (7) que nous avons trouvé dans les charbons de Kaiping.

(6) *Lepidostrobus* (*Lepidocarpon*) *monospora* et *L.* (*Lepidocarpon*) *braidwoodensis* sont probablement synonymes. Ces deux espèces renferment la même mégaspore *Cystosporites verrucosus* (= *Lagenicula saccata*).

(7) Espèce type : *Telocystes sinica* (fig. p. 19).
La mégaspore est de grande taille (3 à 4 mm), semblable aux *Cystosporites*, mais à sporoderme ornementé de faisceaux de fibrilles et ne présentant pas de marques triradiaires. L'avortement des trois autres mégaspores devait se faire très tôt ou pas du tout.

Les surfaces de contact et les spores abortives n'existent plus chez *Telocystes*.

Nous aurions donc la série suivante :

Lagenicula → *Cystosporites* → *Telocystes*.

E) Les Sélaginellales fossiles présentent le plus souvent des mégaspores appartenant soit au genre *Triangulatisporites* soit au genre *Bentzisporites* (Zeiller, Halle, Chaloner).

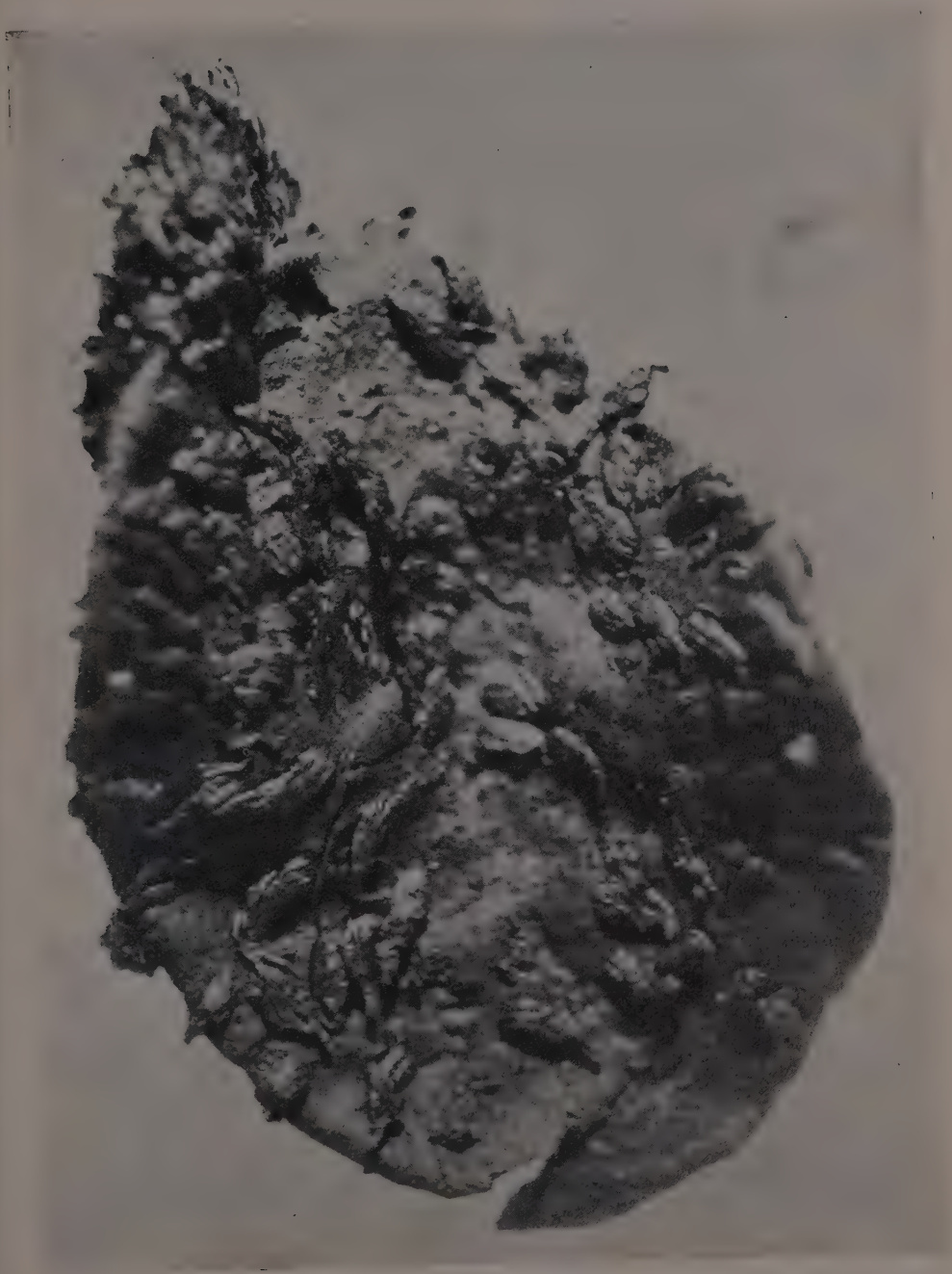
Chaloner a cependant signalé pour *Selaginellites canombriensis* des mégaspores de l'espèce *Setosisporites hirsutus* et des microspores appartenant au genre *Densosporites*. Cette constatation prouve que le système de classification des mégaspores ne correspond pas exactement à celui des fructifications. Ajoutons que chez *Selaginella myosurus* (Sw.) Alston [= *Selaginella scandens* (Beauv.) Spring], les microspores ressemblent étrangement aux *Densosporites* du Carbonifère (microspores munies d'une zone équatoriale épaissie).

F) Chez les *Lycopodinae* sans connexion connue, les genres de fructifications *Polysporia* et *Sporangiostrobus* ont fourni respectivement les genres *Valvisisporites* et *Superbisporites*. *Polysporia* et *Sporangiostrobus* devaient appartenir à des Lépidophytales.

Au terme de cette revision de la classification comparée des mégaspores et des fructifications des *Lycopsida*, nous pouvons dresser le tableau de comparaison entre mégaspores et fructifications largement inspiré des travaux de Chaloner et Potonié que nous avons reporté sur celui de l'hétérosporie du règne végétal (p. 10).

Fructifications.	Restes d'écorce ou axes feuillés.	Mégaspores habituelles.
Lepidostrobus	*Lepidodendron*	*Lagenicula*
		Lagenoisporites
Lepidocarpon	*Lepidophloios ?*	*Cystosporites*
Sigillariostrobus	*Sigillaria*	*Laevigatisporites*
Mazocarpon		*Tuberculatisporites*
Bothrostrobus	*Bothrodendron*	*Setosisporites*
Selaginellites	*Selaginellites*	(*Setosisporites*)
		Triangulatisporites
		Bentzisporites
Polysporia	?	*Valvisisporites*
Sporangiostrobus	?	*Superbisporites*

Les genres *Rotatisporites*, *Radiatisporites* et *Zonalesporites* n'ont jamais été isolés de fructifications. Selon Potonié, ils pourraient appartenir à des Sigillariacées.



Teleocystes sinica nov. gen. et sp. — Kaiping (Chine). — × 50.
(Extrait de P. Piérart, Les mégaspores de Kaiping, in Mededel. Geol. Stichting.)

Triletisporites est à classer dans les *Lycopsida*, sans que l'on puisse préciser la famille. Les genres *Duosporites*, *Trileites* et *Biharisporites* du continent de Gondwana sont d'origine botanique inconnue.

On pourrait faire dériver du genre *Setosisporites* le genre *Rotatisporites*, caractérisé par des appendices bifides (comme chez les *Setosisporites*), qui aurait pu donner les genres *Zonalesporites* et *Superbisporites* (voir tableau p. 10).

On peut, comme nous l'avons fait pour les Calamariacées, distinguer trois niveaux d'évolution dans l'hétérosporie morphologique des Lépidophytales (spécialement chez les Lépidodendracées et les Lépidocarpacées) :

1. L'HÉTÉROSPORIE MORPHOLOGIQUE SIMPLE, où les mégaspores groupées en tétrades dans le mégasporange diffèrent par la taille et la morphologie. On enregistre une réduction du nombre des tétrades (de plusieurs dizaines ou centaines à une seule tétrade de mégaspores par mégasporange) qui annonce le stade suivant.

2. L'HÉTÉROSPORIE MORPHOLOGIQUE PRONONCÉE, où une seule, rarement deux, mégaspore(s) de grande taille subsiste(nt) dans le mégasporange. Cette mégaspore (*Cystosporites*) possède un axe polaire très allongé, des marques triradiaires petites, et est surmontée de trois mégaspores abortives. Parfois, la mégaspore (*Cystosporites verrucosus*) possède une excroissance du sporoderme qui la relie à la paroi du mégasporange. Ces mégaspores doivent être considérées comme caractéristiques des *Lepidocarpon*.

3. L'HÉTÉROSPORIE MORPHOLOGIQUE TRÈS PRONONCÉE, où la mégaspore (*Telocystes*), connue seulement à l'état dispersé, ne possède plus de marques triradiaires ni de mégaspores abortives au sommet.

Ce dernier type et même les précédents semblent conduire à une impasse au point de vue évolution. La mégaspore trop spécialisée ne pourra donner un mégasporange tégumenté, intimement soudé à la paroi mégasporale. C'est chez les Filicales primitives, semble-t-il, que la mégaspore à paroi peu différenciée pourra évoluer conjointement avec le mégasporange et le tégument pour donner un ovule (le nucelle, puis le tégument, et enfin le carpelle, jouant le rôle principal dans la protection du gamétophyte femelle qui se simplifie).

IV. — L'HÉTÉROSPORIE CHEZ LES *PTEROPSIDA* ET LES GYMNOSPERMES.

La plupart des Filicales sont isosporées. Parmi les Filicales actuelles, seules les Salviniacées et les Marsiléacées manifestent une hétérosporie bien marquée.

McLean Thompson a signalé chez une Gleichéniacée australienne (*Platyzoma*) ainsi que chez une Ptéridacée du genre *Notochlaena*, une hétérosporie biométrique qui semble être du type phénotypique.

Notochlaena affinis possède des microsporanges contenant 64 spores et des macrosporanges contenant 12 à 24 macrospores. *Platyzoma microphyllum*

possède des microsporanges avec 32 spores et des macrosporanges avec 16 spores. (La taille des spores pouvant varier du simple au triple).

Chez les fougères anciennes, l'hétérosporie semble également peu répandue.

Parmi les Archaeoptéridées et les Stauroptéridales, la mégaspore existe mais sans grande différenciation du sporoderme. Arnold (1947) signale chez *Archaeopteris latifolia* deux types de sporanges, des sporanges étroits de 2 mm de long sur 200 μ de large et des sporanges plus larges de 2 mm de long sur 500 μ de large.

Les sporanges étroits contiennent de nombreuses microspores d'environ 30 μ de diamètre, tandis que les sporanges plus larges renferment huit à seize mégaspores qui sont au moins dix fois plus larges. L'exine des microspores et mégaspores est lisse ou légèrement rugueuse. Il s'agit vraisemblablement (iconographie insuffisante) d'une hétérosporie du type biométrique.

Selon Arnold, *Archaeopteris hibernica* de l'Irlande, décrit par Johnson, serait également hétérosporé. Hirmer pense que tous les *Archaeopteris* étaient hétérosporés.

Les genres *Mittagia, Schützia* (isosporé) et *Calathiops* contenant des mégaspores libres seraient plus proches des Ptéridospermées.

Surange (1952) et Chaloner (1958) ont signalé des mégaspores produites par une Stauroptéridale du Carbonifère inférieur, *Stauropteris burntislandica* (Filicale primitive ayant des frondes composées exclusivement d'axes et ne présentant aucune trace de foliarisation).

Le macrosporange, jadis considéré comme glande et appelé *Bensonites fusiformis,* ne contient déjà plus qu'une tétrade de mégaspores comprenant 2 mégaspores abortives d'environ 40 μ et 2 mégaspores fertiles d'environ 400 μ sur 200 μ (*Didymosporites scotti*).

Les mégaspores sont peu différenciées et l'on assiste déjà à l'avortement de deux mégaspores dans l'unique tétrade située au sommet du mégasporange.

Le parenchyme (nucellaire ?), qui remplit le mégasporange, enveloppe étroitement les mégaspores et se termine, ainsi que la paroi sporangiale, en un bec similaire au bec nucellaire des Ptéridospermées. Cette faible spécialisation et différenciation de la paroi mégasporale a probablement permis son enveloppement par le tapis, le nucelle et le tégument qui constitue le facteur principal conduisant au stade phanérogamique (Martens, 1956). Certaines Ptéridospermées possèdent encore des mégaspores libres au sein de l'ovule. La paroi mégasporale peut néanmoins continuer à se développer à l'intérieur de l'ovule (8). C'est le cas chez les Cycadales avec *Encephalartos poggei* (Martens, 1956) et *Dioon edule* (Chamberlain, 1910).

(8) L'épaisseur de la paroi mégasporale reste importante chez les Conifères; elle est considérablement réduite chez les Angiospermes de même que chez les Ptéridospermées. Il est curieux de constater que nous n'avons jamais observé dans les charbons du Carbonifère des restes de parois mégasporales ayant appartenu à des ovules de Cordaitales ou de Ptéridospermées.

L'épaisseur de la paroi mégasporale reste néanmoins minime par rapport à celle des mégaspores libres. Chez *Encephalartos poggei*, Martens signale en dessous de l'exospore, constituée par une couche basale surmontée de pilums, une couche mince qui pourrait peut-être constituer l'homologue de la mésospore.

Les recherches de Thomson (1905) effectuées sur les parois mégasporales des Gymnospermes indiquent assez clairement que le sporoderme comprend généralement une exospore constituée de fibrilles radiaires et subérisées et une endospore formée d'une couche externe plus ou moins subérisée (mésospore?) et d'une couche interne à base de cellulose et de pectine. Chez les *Taxaceae*, la membrane mégasporale a pratiquement disparu. Celle des *Araucariaceae* est anormale par absence de subérisation (Sporopollenine).

Se basant sur l'importance du développement de la paroi mégasporale, Thomson considère les *Abietineae* comme primitives, les *Taxaceae* comme récentes, les *Taxodiaceae* et *Podocarpaceae* comme des groupes complexes comprenant soit des espèces primitives soit des espèces évoluées, et enfin les *Cupressaceae* comme un groupe intermédiaire. Les Gnétales ont une paroi mégasporale généralement assez réduite (type évolué).

Lürzer (1956) reconnaît chez les Cupressacées différentes couches de la paroi mégasporale qu'il identifie à la sexine et à la nexine.

Il existe enfin un certain nombre de Ptéridophytes de position systématique incertaine qui, vers la fin du dévonien et le début du carbonifère, ont manifesté de l'hétérosporie. Ces plantes semblent partager des caractères de Psilophytinées et de Ptéridospermées. La juxtaposition de caractères primitifs et évolués rendent difficile la détermination du groupe.

Le genre *Aneurophyton* du dévonien supérieur possédait un tronc solide sans moelle, avec bois primaire trilobé et mésarche entouré de bois secondaire; les organes foliaires étaient non foliarisés comme chez *Stauropteris*. Les sporanges étaient groupés sur des frondes fertiles, semblables aux frondes stériles; ils étaient ovoïdes et s'ouvraient longitudinalement sans l'intervention d'un anneau de déhiscence. Pour Krausel et Weyland, l'hétérosporie serait possible.

Walton (1958) a également signalé de l'hétérosporie chez *Protopitys scotica*, représenté par une tige fertile avec sporophylles distiches attachés alternativement.

Les sporophylles sont dichotomes et pinnés. La tige, munie de la moelle, possède 4 faisceaux de protoxylème entourés par du métaxylème et du bois secondaire.

Les sporanges semblent terminaux et sont munis d'un *bec apical* mais dépourvus d'anneau de déhiscence. Les sporanges, tous semblables, contiennent soit des macrospores (147 µ) soit des microspores (82 µ). Les spores varient de 82 à 163 µ et sont du type *Calamospora*. L'hétérosporie est du type biométrique; il existe des spores intermédiaires de 98 µ.

Walton considère ce groupe (*Protopitys*) comme isolé et différent des Filicales. Il propose un nouveau groupe, les *Protopityales*.

Chez les *Pteropsida* évoluées, les Marsiléacées et les Salviniacées constituent deux groupes distincts qui ont subi une évolution comparable à celle des Lépidocarpacées et des Miadesmiacées.

Chez les Marsiléacées, le sporocarpe est l'équivalent d'une sporophylle refermée avec les indusies sur les sores à mégasporanges et microsporanges.

Le sporocarpe des Salviniacées contient soit des mégaspores soit des microspores; il a la valeur d'une indusie refermée. Il n'y a plus qu'un macrosporange et une mégaspore fertile dans le sporocarpe femelle d'*Azolla*. Le gamétophyte femelle est également très réduit.

Cette évolution du mégasporange et du sporocarpe est également comparable et parallèle à l'évolution du mégasporange tégumenté des Ptéridospermées et des Phanérogames. Chez les Angiospermes, le macrosporange tégumenté sera en outre renfermé dans un carpelle. La protection du prothalle femelle de plus en plus réduit et la capture des microspores (ou des anthérozoïdes) ont d'abord été assumées par la paroi mégasporale, ensuite par la paroi du sporange (*Stauropteris*), puis par le tégument et enfin par le carpelle.

Nous avons figuré et résumé la distribution de l'hétérosporie dans le règne végétal sur le tableau annexé. Nous avons adopté l'hypothèse classique des *Psilopsida* comme Ptéridophytes primitives. Cette conception doit être considérée comme purement hypothétique.

L'hypothèse de l'origine des *Lycopsida* par transformation des *Psilopsida* est moins vraisemblable depuis la découverte de *Baragwanathia longifolia* et *Aldanophyton antiquissimum* (la position systématique de cette dernière espèce est incertaine). Les deux groupes *Lycopsida* et *Sphenopsida* présentent néanmoins des caractères communs qui permettent de supposer qu'ils dérivent d'un type très voisin des *Psilopsida* (type probablement plus ancien que les *Psilopsida* actuellement connus). Les *Pteropsida* plus récents dériveraient de *Psilopsida* évolués. Cette conception de Lam (1959) n'est pas entièrement acceptée par Andrews (1959).

(*Centre National de Géologie houillère*).

NOTE AJOUTEE EN COURS D'IMPRESSION.

Dans cet article nous avons utilisé les termes *androspore, gynospore, spore mâle* et *spore femelle*. Cette terminologie ne s'oppose pas nécessairement aux objections du Professeur MARTENS (Floraison et Sexualisation, *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 90, pp. 335-342).

Nous pensons que la sexualité représente un ensemble de processus ± reliés entre eux pouvant s'accentuer chez les plantes hétérosporées et affecter une partie assez longue du cycle biologique, y compris le sporophyte. L'apparition précoce de la sexualité sur le sporophyte serait liée à la réduction du gamétophyte et à l'hétérosporie.

Il est naturellement possible que dans certains cas la gamétogénèse soit influencée par un processus particulier et indépendant. Cette conception de la sexualité, large ou

restreinte (gamétogénèse, sexualisation ?), résulte d'un manque évident d'informations sur la physiologie de la reproduction et, en particulier, sur celle de la gamétogénèse.

BIBLIOGRAPHIE.

ANDREWS Jr., H. N. et MAMAY, S. H. — A new American Species of *Bowmanites*. *Bot. Gaz., Chicago,* **113** : 158-165 (1951).

ANDREWS Jr., H. N. — Evolutionnary Trends in early vascular Plants, *Cold Spring Harbor Symp. on quantitative Biology,* XXIV : 217-234 (1959).

ARNOLD, Ch. A. — A petrified Lepidophyte Cone from the Pennsylvanian of Michigan, *Amer. J. Bot.,* Lancaster, **17** : 1028-1032 (1930).

Note on a *Lepidophyte strobilus* containing large spores, from Braidwood, Illinois, *Amer. Midl. Nat.,* Notre Dame, **20** : 709-712 (1938).

— A possible « missing link » in the Evolution of the early Seed Plants, *Chron. bot., Waltham,* **4-6** : 360 (1939).

— A heterosporous species of *Bowmanites* from the Michigan Coal Basin, *Amer. J. Bot.,* Lancaster, **31**, n° 8 : 466-469 (1944).

BOCHENSKI, T. — Über Sporophyllstände einiger *Lepidophyten* aus dem produktiven Karbon Polens, *Annu. Soc. géol. Pologne,* Krakow, **12** : 193-240 (1936).

CARRUTHERS, W. — On an undescribed Cone from the carboniferous Beds of Airdrie, Lanarkshire, *Geol. Mag.,* London, **2** : 433-444 (1865).

— On the Structure of Fruit of *Calamites, Jour. Bot.,* **5** : 349 (1867).

CHALONER, W. G. — On *Lepidocarpon waltoni* sp. n., from the Lower Carboniferous of Scotland, *Ann. Mag. nat. Hist.,* London, Ser. 12, **5** : 572-582, 1 pl. (1952).

A new Species of *Lepidostrobus* containing unusual Spores, *Geol. Mag.,* London, **90** : 97-110, pl. 2 (1953).

— On the Megaspores of four Species of *Lepidostrobus, Ann. Bot. Lond.,* London, N. Ser., **17** : 263-293, pl. 8 (1953).

— On the Megaspores of *Sigillaria, Ann. Mag. nat. Hist.,* London, **6** : 881-897, 9 fig., 1 pl. (1953).

— The Affinities of the carboniferous Megaspores, *Rapp. et Comm. VIII^e Congr. int. Bot.,* Paris 1954, section 6 : 275-276 (1954).

— Mississippian Megaspores from Michigan and adjacent States, *Contr. Mus. Palaeont. Univ. Mich.,* Ann Arbor, **12** : 23-35, 1 fig., 2 pl. (1954).

— Notes on the Spores of two British carboniferous Lycopods, *Ann. Mag. nat. Hist.,* London, **7** : 81-91, 10 fig. (1954).

— Isolated Megaspores Tetrads of *Stauropteris burntislandica, Ann. Bot. Lond.,* London, N. Ser., **22**, n° 86 : 197-204, 1 pl. (1958).

— *Polysporia mirabilis* NEWBERRY, A fossil Lycopod Cone, *J. Paleont.,* Tuba, Okla., **32**, n° 1 : 199-209, 3 fig., pl. 31-32 (1958).

COULTER, J. M. et LAND, W. J. G. — A homosporous American *Lepidostrobus, Bot. Gaz.,* Chicago, **72** : 106-108 (1921).

DARRAH, W. C. — A remarkable Fossil *Selaginella* with preserved female Gametophytes, *Bot. Mus. Leafl. Harv.,* Cambridge, Mass., **6**, n° 6 : 113-136 (1938).

DEMALSY, P. — Le sporophyte d'*Azolla nilotica, La Cellule,* Louvain, LVI : 7-60, fig. 1, pl. I-XI (1953).

— Nouvelles recherches sur le sporophyte d'*Azolla, La Cellule,* Louvain, LIX : 235-268, fig. 2, pl. I-V (1958).

DOYLE, J. — Gynospore or Megaspore. A restatement, *Ann. Bot. Lond.*, London, N. Ser., **17**, 67 : 465-476 (1953).

DIJKSTRA, S. J. — La corrélation des veines de charbon par les mégaspores. *Publ. Ass. Étud. Paléont.*, **21**, hors série, T. I-II : 105-122, Pl. A (1955).

— Lower carboniferous megaspores. *Mededel. Geol. Stichting*, Nieuwe Ser., **10** : 5-18, Pl. I-XI (1956).

— On a megaspore-bearing Lycopod strobilus. *Acta Bot. Neerland.*, t. **7** (2) : 217-222, 12 fig. (1958).

EMBERGER, L. — Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants, Masson et Cie, Paris (1944).

ERNST-SCHWARZENBACH, M. — Zur Kenntniss des sexuellen Dimorphismus der Laubmoose, *Arch. Klaus-Stift. Vererb. Forsch.*, Zurich, XIV, Hft. 3-4 : 362 (1939).

FELIX, C. — Spores of arborescent Lycopods, *Micro-Paleontologist*, New York, **8**, n° 1 : 34-35 (1954).

FELLER, M.-J. — Sporocarpe et sporogénèse chez *Marsilea hirsuta* R.Br, *La Cellule*, Louvain, LV : 307-377, fig. 3, pl. I-X (1953).

FITTING, H. — Bau- und Entwicklungsgeschichte der Makrosporen von Isoëtes und Selaginella und ihre Bedeutung für die Kenntniss des Wachsthums pflänzlicher Zellmembranen, *Bot. Ztg.*, Berlin-Leipzig, **58** : 107-165, t. 5-6 (1900).

GORDON, W. T. — On the Prothallus of *Lepidodendron veltheimianum*, *Trans. bot. Soc. Endinb., Edinburgh*, **23** : 330-332 (1908).

— Note on the Prothallus of *Lepidodendron veltheimianum*, *Ann. Bot. Lond.*, London, **24** : 821-822 (1910).

HALLE, T. G. — Einige krautartige Lycopodiaceen paläozoischen und mesozoischen Alters, *Ark. Bot.*, Uppsala, **7**, n° 5 : 1-17 (1908).

HARTUNG, W. — Die Sporenverhältnisse der Calamariaccen, *Arb. Inst. Paläobot.*, Berlin, Hft. 1 : 95-149, Taf. 8-11 (1933).

HIRMER, M. — Handbuch der Paläobotanik, München, **1** (1927).

HØEG, O. A., BOSE, M. N. et MANUMS. — On double Walls in fossil Megaspores, with Description of *Duosporites congoensis* n. gen., n. sp., *Nytt. Mag. Bot.*, Oslo, **4** : 101-107, 1 fig., 2 pl. (1955).

HOSKINS, J. H. et CROSS, A. T. — Monograph of the Paleozoic Cone genus *Bowmanites* (Sphenophyllales), *Amer. Midl. Nat.*, Notre Dame, **30**, n° 1 : 113-163, 40 fig. (1943).

HUGHES, N. F. — Wealden Plant Microfossiles, *Geol. Mag.*, XCII, **3** : 201-217, Pl. X-XII (1955).

KNOX, E. M. — The Spores of *Lycopodium*, *Phylloglossum*, *Selaginella* and *Isoetes*, *Trans. bot. Soc. Edinb.*, Edinburgh, XXXV, part III : 211-357, pl. VIII-XIX (1950).

LAM, H. J. — L'évolution des plantes vasculaires. *Colloq. int. Cent. nat. Rech. sci.* sur « Évolution et phylogénie chez les végétaux », Paris, C 57-88 (1952).

— Morfologia, evolución y filogenia en el reino vegetal. *Revista de la Univ. de Madrid*, VIII, N. 29-31 : 81-126 (1959).

LECLERCQ, S. — Sur un *Sigillariostrobus* hétérosporé *Sigillariostrobus sphenophylloides* n. sp., *Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, **61** : B 164-170, 4 pl. (1938).

LÜRZER, E. V. — Megasporenmembranen bei einigen Cupressaceen, *Grana Palynologica*, (N.S.), I, n° 2 : 70-78 (1956).

LYON, F. M. — A Study of the Sporangia and Gametophytes of *Selaginella Apus* and *Selaginella rupestris*, *Bot. Gaz.*, Chicago, XXXII : 170-194, pl. V-IX (1901).

MARTENS, P. — La fructification de *Pinakodendron Ohmanni*, *Ann. Soc. sci. Brux.*, Louvain, Sér. B, LV : 206-214 (1935).

— Un facteur évolutif négligé : le bec nucellaire de l'ovule, *Rev. gén. Bot.*, Paris, **63** : 529-536 (1956).

— Bec nucellaire, micropyle et paroi mégasporale chez *Encephalartos poggei* ASCHERSON, *La Cellule*, Louvain, LVIII : 153-168, fig. 2, pl. I-III (1957).

MEUNIER, A. — La Pilulaire. Étude anatomico-génétique du Sporocarpe chez *Pilularia globulifera*, *La Cellule*, Louvain, IV : 319-399, fig. 2 (1888).

NEMEJC, F. — A Study of the systematical Position of the Fructification called *Sporangiostrobus* BODE, *Bull. int. Acad.*, Prague, **32** : 68-80 (1931).

— Note on the Spores and Leafcuticles of *Noeggerathia foliosa* STBG., *ibid.*, Prague, **36** : 61-63 (1935).

PFEIFFER, N. E. — Monograph of the *Isoetaceae*, *Ann. Mo. bot. Gdn.*, St. Louis, **9** : 79-232, 8 pl. (1922).

PIÉRART, P. — Étude comparative des mégaspores du Paléozoïque avec les mégaspores actuelles, Thèse de doctorat de l'Université de Bruxelles, inédite (1959).

— Les mégaspores de Kaiping. *Mededel. Geol. Stichting* (sous presse).

POTONIE, R. — Les spores des plantes paléozoïques dans le système naturel (morphologique), *Rapp. et Comm., VIII^e Congr. int. Bot.*, Paris, Section 4 : 159-166 (1954).

— Les spores des plantes paléozoïques dans le système naturel (morphologique), *Lejeunia*, Liège, **18** : 5-20 (1954).

— Stellung der paläozoischen Sporengattungen im natürlichen System, *Paläont. Z.*, Stuttgart, **28**, Heft 3-4 : 103-139, Taf. 9-13 (1954).

REMY, W. — Untersuchungen von kohlig erhaltenen fertilen und sterilen Sphenophylles, *Abh. dtsch. Akad. Wiss. Berl.*, Berlin, 3-40, Taf. 1-13 (1955).

RENAULT, B. — Note sur quelques micro- et macrospores fossiles, *Bull. Soc. Hist. nat.*, Autun, **15** : 97-118 (1902).

SCHOPF, J. M. — Notes on the *Lepidocarpaceae*, *Amer. Midl. Nat.*, Notre Dame, **25**, n° 3 : 548-563 (1941).

SCOTT, R. — On the Megaspore of *Lepidostrobus foliaceus*, *New Phytol.*, Cambridge, **5** : 116-119 (1906).

SEN, J. — Notes on the Megaspores from the Goldenberg Collection of the Swedish Museum for Natural History, *Riv. ital. Paleont.*, Parme, LXIII, n° 4 : 193-210, pl. VII-X (1957).

— Notes on the Spores of four carboniferous Lycopods, *Micropaleontology*, New York, **4**, n° 2 (1958).

TAKHTAJAN, A. L. — Phylogenetic Principles of the System of higher Plants, *Bot. Rev.*, Lancaster, **19**, n° 1 : 1-45 (1953).

TOURNAY, R. — Le sporophyte de *Marsilea*. (Recherches sur *M. hirsuta* R. Br), *La Cellule*, Louvain, LIV : 165-218, fig. 2, pl. I-II (1951).

THOMSON, R. B. — The Megaspore-membrane of the Gymnosperms, *University of Toronto Studies*, N. 4 : 1-64, 5 pl. (1905).

WALTON, J. — L'évolution des téguments et de la protection du sporange, *Colloq. int. Cent. nat. Rech. sci.*, sur « Évolution et phylogénie chez les végétaux », Paris, C 129-132 (1952).

— On *Protopitys* (Göppert); with a Description of a fertile Specimen *Protopitys scotica* sp. nov., from the calciferous Sandstone Series of Dunbardonshire, *Roy. Soc. Edinb.*, Edinburgh, LXIII, Part II : 333-340 (1958).

TRAVAUX LICHÉNOLOGIQUES
DE L'INSTITUT DE MORPHOLOGIE VÉGÉTALE
ET DE BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE (UNIVERSITÉ DE LIÈGE).

III

LA CHROMATOGRAPHIE DE PARTAGE SUR PAPIER DES ACIDES LICHÉNIQUES

par

J. L. RAMAUT,

Docteur en Sciences botaniques.

La chromatographie de partage sur papier a, depuis ses promoteurs Condsen, Gordon, Martin, Partridge *et alii* (1944...), étendu ses domaines d'application tant dans le monde animal que le monde végétal. Utilisée dans l'étude qualitative, récemment quantitative, des glucides, lipides et protides, elle a gagné progressivement des terrains plus spéciaux de la chimie organique et inscrit son nom dans l'étude des vitamines, des antibiotiques, des hormones, des pigments, en particulier dans l'étude de nombreux colorants artificiels et naturels.

D'année en année, cette technique se perfectionne et trouve de nouveaux débouchés; il n'y a donc rien de surprenant que la chromatographie de partage sur papier rencontre un plein succès dans une chimie aussi complexe et aussi spécifique que celle des lichens. Les substances lichéniques, en majorité des acides, sont des productions métaboliques d'un groupe végétal à biologie fort spéciale et, disons-le, encore très mal connue.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 27 (1961). — Communication présentée à la séance du 7 février 1960.

Rappelons en quelques mots le principe de la chromatographie de partage sur papier.

Partant du fait que du papier-filtre peut, dans une atmosphère saturée en vapeur d'eau, absorber approximativement 22 % d'eau, Consden, Gordon et Martin considèrent le papier-filtre comme un support inerte d'une phase aqueuse stationnaire et expliquent les observations de séparation comme la résultante d'un partage continu des substances entre la phase aqueuse fixe et le solvant non miscible à l'eau coulant à travers le papier (phase mobile ascendante ou descendante suivant les cas). Les substances chromatographiées s'échelonnent suivant un axe correspondant à la direction du mouvement de la phase mobile. Leur présence se révèle soit naturellement si elles sont colorées, soit par l'emploi de réactifs appropriés dont on asperge le chromatogramme; on parle de spots et leur position sur la feuille s'exprime par le Rf. Celui-ci se calcule de la manière suivante :

$$Rf = \frac{\text{distance parcourue par la substance (centre du spot)}}{\text{distance parcourue par le solvant (front de solvant)}}$$

Depuis près de 50 ans, on sait que les substances lichéniques (Flechtenstoffe) représentent un monde à part de la chimie organique, une production spécifique des lichens, tout au moins dans la majorité des cas. Il faut cependant attendre 1951 pour voir se dessiner une tendance à l'étude chromatographique de ces corps. C. A. Wachtmeister (1951) examine les possibilités de chromatographier sur papier différents phénols, aldéhydes phénoliques et acides du même nom : pyrocatéchol, résorcinol, pyrogallol, hydroquinone, phloroglucinol, acides o., m. et p. hydroxybenzoïque, 3-4 dihydroxybenzoïque, etc. Il chromatographie sur papier tamponné et imprégné par le borate sodique et le phosphate sodique. Ce n'est pas sans raison qu'il a recours à cette technique car il est connu que les acides phénoliques forment des complexes avec l'acide borique quand ils renferment 2 groupes hydroxyles adjacents ou un hydroxyle en ortho par rapport à un —COOH libre. D'un autre côté, par addition de borate sodique, la distribution entre eau et solvant organique de substances capables de former des complexes acides forts avec l'acide borique, se trouve déplacée en faveur de la phase aqueuse. Il en résulte que de telles substances présenteront sur du papier imprégné de borate des Rf plus petits que ceux enregistrés sur du papier pur ou imprégné de phosphate. L'intérêt de cette étude, que nous considérons comme préparatoire, réside dans le fait que la plupart des molécules d'acides lichéniques sont phénoliques ou dérivées de composés du même nom.

En 1952, C. A. Wachtmeister présente une étude de certains constituants lichéniques par chromatographie sur papier tamponné par divers phosphates. Il s'agit, en fait, de la chromatographie d'acides phénoliques présents dans certaines molécules de depsides.

Wachtmeister a étudié non plus le comportement du depside lui-même mais des produits de son hydrolyse. Cette étude présente quelques diffi-

cultés du fait que certains acides libérés par l'hydrolyse (spécialement les 2.4. hydroxy...) subissent une décarboxylation même dans les conditions de traitement les plus douces. L'hydrolyse peut se faire à température ordinaire, à l'abri de l'air (élimination d'une dégradation oxydative) par la solution 0,1 M de Na_3PO_4; cette opération prend plusieurs jours. L'acide sulfurique est peu employé et semble peu favorable. Une hydrolyse satisfaisante peut être obtenue si le depside en solution acétonique est appliqué sur une bande de papier tamponnée à un pH élevé séjournant au moins 6 à 7 heures telle quelle avant irrigation par le solvant. L'hydrolyse n'est pas souvent complète mais les spots obtenus correspondent à la fois aux depsides originaux et à leurs produits d'hydrolyse.

Du point de vue pratique, les essais ont été réalisés de la manière suivante :

1° Obtention des acides lichéniques; on suit les techniques mises au point par Asahina. La purification des solutions brutes est parfois facilitée par filtration de l'extrait éthéré ou acétonique sur une courte colonne d'alumine. La pureté des depsides isolés dans le cas présent est établie par point de fusion. Depsides isolés : ac. lécanorique de *Parmelia fuliginosa;* ac. évernique de *Evernia prunastri;* ac. divaricatique de *Haematomma ventosum;* sphaerophorine de *Sphaerophorus fragilis*; atranorine de *Stereocaulon* sp.

2° Hydrolyse des depsides à petite échelle; le depside ou un mélange (2 mg) est dissous dans 1 cm^3 de 0 1 M de Na_3PO_4 à l'abri de l'air (atm. N_2). Tous les depsides dont on vient de faire mention sont hydrolysés après séjour à 20° C pendant 6-8 jours ou après 1-2 jours à 40° C. Ces solutions sont ensuite acidifiées par H_2SO_4 2N et extraites par 0,3-0,5 cc d'éther sulfurique.

L'atranorine (20 mg) est dissoute dans H_2SO_4 conc. (0,4 cc). Après dix minutes à température ambiante, la solution jaune est placée dans de l'eau glacée et agitée (30 cm^3). La solution qui en résuite est filtrée pour éliminer un précipité blanc, amorphe, et le filtrat est extrait par 2×5 cm^3 d'éther; la solution éthérée est concentrée à 1 cm^3.

3° Chromatographie proprement dite; on utilise du papier filtre Whatman n° 1 en bandes de 54×9 mm. Les bandes sont plongées dans la solution tampon, égouttées, pressées entre feuilles de papier-filtre et abandonnées à l'air pour dessiccation. Les tampons employés sont : la solution 0,1 M de NaH_2PO_4 (pH 4,5); la solution 0,1 M NaH_2PO_4 (1 vol.) + 0,1 M Na_2HPO_4 (1 vol.) (pH 6,8); la solution 0,1 M Na_2HPO_4 (pH 9) et la solution 0,1 M Na_3PO_4 (pH 11,7).

Les acides sont dissous dans l'acétone, solution 1 %. On suspend dans la cage une bande de papier imprégné du solvant utilisé afin de faciliter la saturation de la cage ou, dans le cas d'une grande cage, on y introduit le solvant 12 à 24 heures avant de commencer la chromatographie. Cette précaution permet d'éviter la formation de traînées. Comme phases solvantes :

n. butanol saturé d'eau, temps de développement 7 à 10 heures; n. butanol-benzène-eau (1/1/1), développement 25 à 30 cm en 3 à 5 heures. En général, les valeurs de Rf sont reproductibles à 5-10 % près quand on compare des bandes différentes. Sur la même bande, la variation de Rf est beaucoup plus faible et n'excède pas 2 %.

L'identification des acides et leur révélation ont été effectuées de la manière suivante :

1° Examen du chromatogramme en U.V. : les anions de tous les acides phénol-carboxyliques examinés, à l'exception de ceux qui contiennent des groupes aldéhydiques libres, montrent une fluorescence blanc bleuâtre. Les acides libres montrent pour leur part une faible fluorescence grise ou jaunâtre. Cette observation est caractéristique de certaines o. hydroxyaldéhydes (salicylaldéhydes, o. vanilline; l'atranol lui-même ne montre pas de fluorescence).

2° Beaucoup d'acides phénoliques peuvent être révélés par de la benzidine bis-diazotée; des colorations différentielles peuvent donner des indications sur la structure des composés responsables.

TABLEAU I.

Acides phénolcarboxyliques et leur Rf à différents pH.

Susbstances.	*n. butanol-eau.*				*n. butanol-benzène eau (1/1/1).*		
	pH				*pH*		
	4,5	*6,8*	*9,0*	*11,7*	*6,8*	*9,0*	*11,7*
Acide orsellinique	0,76	0,58	0,55	0,19	0,28	0,08	0,02
Acide éverninique	0,90	0,78	0,74	0,73	0,57	0,30	0,27
Acide divarique	0,94	0,87	0,84	0,63	0,74	0,44	0,15
Acide divaricatinique	0,95	0,94	0,93	0,92	0,87	0,75	0,74
Acide sphaerophorol-carboxylique	0,96	—	0,97	0,97	0,95	0,90	0,87
Acide-orcinol-carboxylique	0,91	0,68	0,60	0,39	0,46	0,16	0,05
Acide rhizoninique	0,90	0,85	0,83	0,82	0,75	0,51	0,50
Acide haematommique	0.96	0,86	0,83	0,32	0,58	0,38	0,05
Monométhyl éther de l'acide haematommique	—	0,93	—	0,62	—	—	—
Monométhyl éther de l'acide orcinol-dicarboxylique	0,66	0,17	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0

3° La solution de nitrate d'argent ammoniacale : elle est réduite par les 2-4 hydroxyacides, 80 à 100° C. pendant quelques minutes. Les acides ne possédant pas un hydroxyle libre ne réagissent pas.

4° La p. phénylènediamine provoque l'apparition d'une coloration jaune intense avec tous les acides dérivés de l'atranol. Cette réaction paraît d'ailleurs être donnée par tous les o. et p. hydroxylaldéhydes.

Le tableau I emprunté au travail de WACHTMEISTER donne les valeurs de Rf de quelques acides phénolcarboxyliques entrant dans la constitution des molécules de depsides.

En 1953, MITSUNO présente une étude de chromatographie sur papier de depsides, depsidones et de l'acide usnique. Il cherche à établir des relations entre les structures des substances lichéniques et leurs produits de dégradation. Du point de vue pratique, MITSUNO opère de la manière suivante :

1° Obtention des acides lichéniques : 5 à 10 mg du produit cristallisé sont dissous dans 0,5 cc d'acétone, ou 0,1 g du thalle du lichen est extrait par 0,5 cm^3 d'acétone et utilisé pour la détection des acides lichéniques.

2° Hydrolyse des substances étudiées : hydrolyse par H_2SO_4 conc. (l'acide évernique donne l'acide éverninique et l'acide orsellique; l'acide obtusatique produit les acides rhizonique et orsellique). On extrait 0,2 à 0,3 g du thalle par l'acétone; on filtre et évapore l'acétone. Le résidu est dissous par l'addition d'une goutte de H_2SO_4 conc. On laisse en contact quelques minutes, puis on dilue avec de l'eau distillée et on extrait par l'éther sulfurique. La solution éthérée est utilisée pour la chromatographie.

3° Chromatographie proprement dite : vis-à-vis des produits d'hydrolyse, MITSUNO utilise le papier Toyo-Roshi n° 50, la méthode ascendante, la phase n. butanol saturée d'ammoniaque; comme révélateur, la sol. alc. 1 % de $FeCl_3$; la méthode ascendante vis-à-vis des substances non hydrolysées, le même papier, la phase n. butanol saturée d'ammoniaque ou n. butanol-acétone-eau (5/1/2); comme révélateur : la solution alcoolique 1 % de $FeCl_3$, la solution alcoolique 1 % de p. phénylènediamine, la solution alcoolique à 5 % de chloramine T.

Les tableaux II et III donnent les résultats obtenus avec depsides et depsidones et les résultats fournis par certains produits d'hydrolyse.

MITSUNO a pu, d'après ses expériences, établir des relations entre la structure chimique des substances lichéniques et leurs valeurs de Rf. Nous n'entrerons pas ici dans le détail de ces problèmes.

En 1956, C. A. WACHTMEISTER présente une nouvelle étude : « Identification des acides lichéniques par chromatographie sur papier ». Cette étude refait en quelque sorte le point de ce qui a été fait et met en avant l'intérêt

TABLEAU II. — *Chromatographie de divers depsides et depsidones.*

Composés	*n. butanol-NH_4OH*	*Rf n. butanol-acétone-eau.*	*Lichens.*
Acide lécanorique	0,33	—	*Parmelia tinctorum* DESPER
Acide évernique	0,61	—	*Ramalina commixta* ASAHINA
Acide divaricatique	0,83	—	*Evernia mesomorpha* MÜLL. ARG.
Sphaerophorine	0,88	—	*Sphaerophorus fragilis* PERS.
Acide perlatolique	0,93	—	*Cladonia pseudoevansii* ASAHINA
Acide obtustique	0,60	—	*Ramalina pollinaria* ACH.
Acide barbatique	0,65	0,87	*Cladonia bacillaris* NYL.
Acide diffractaïque	0,80	0,83	*Usnea diffracta* WAIN.
Acide baeomycésique	0,50	0,64	*Thamnolia subvermicularis* ASAHINA
Acide squamatique	0,28	0,28	*Cladonia uncialis* (L.) WEB.
Atranorine	0,63	—	*Cetraria* sp.
Acide olivétorique	0,74	—	*Alectoria divergens* NYL.
Acide microphyllique	0,91	—	*Cetraria japonica* ZAHL.
Acide thamnolique	—	0,37	*Thamnolia vermicularis* (SW.) SCHAER.
Acide lobarique	0,54	—	*Stereocaulon paschale* ACH.
Acide α-collatolique	0,66	—	*Cetraria collata* MÜLL. ARG.
Acide alectoronique	0,45	—	*Parmelia diffugiens* ZAHL.
Acide salazinique	—	0,50	*Parmelia conspersa* ACH.
Acide stictique	—	0,52	*Stereocaulon japonicum* TH. FR.
Acide norstictique	—	0.62	*Usnea japonica* WAIN.
Acide protocétrarique	—	0,45	*Parmelia* sp.
Ac. fumarprotocétrarique.	—	0,38	*Cetraria islandica* ACH.
Acide physodalique	—	0,68	*Parmelia physodes* ACH.
Acide psoromique	—	0,62	*Alectoria sulcata* NYL.
Acide usnique	0,92	—	*Usnea* sp.

TABLEAU III. — *Chromatographie des produits d'hydrolyse.*

Composés.	*Rf n. butanol NH_4OH*
Acide orsellique	0,15
Acide évernique	0,53
Acide divarique	0,41
Acide divaricatinique	0,77
Acide olivétol-carboxylique	0,55
Acide sphaerophorol-carboxylique	0,80
Méthyl orsellate	0,62
Acide β-orcinol-carboxylique	0,33
Acide rhizonique	0,64
Diméthyl éther de l'acide β-orcinol-carboxylique	0,66
Monométhyl éther de l'acide orcinol-dicarboxylique	0,04

de la connaissance biochimique des lichens dans le cadre de la taxonomie. Tout en ne négligeant pas les méthodes microchimiques proposées, avec succès d'ailleurs, par ASAHINA et son école, l'emploi des réactions thallines et les techniques de microcristallisations, il importe de développer de nouveaux moyens de recherches et d'études susceptibles d'apporter à la taxonomie une aide plus efficace.

Jusqu'à présent, la chromatographie sur papier a apporté une certaine contribution à l'étude du bagage chimique des lichens, mais de nombreux écueils rendent encore le travail difficile. Il y a tout d'abord le choix des réactifs utilisés pour révéler les différents acides et, d'une manière plus grave, le fait que beaucoup d'acides ont une tendance à se rassembler au voisinage du front du solvant. La plupart des acides lichéniques ont des Rf compris entre 0,7 et 1,0 quand la phase solvante est le système n. butanol-eau. MITSUNO (1953), en utilisant comme phase solvante le n. butanol saturé d'ammoniaque, a déjà réussi à abaisser la valeur du Rf de certains d'entre eux; l'emploi de papier imprégné et tamponné par les phosphates alcalins, tout en augmentant la solubilité de l'acide dans la phase stationnaire, contribue aussi à un abaissement du Rf. Malgré ces modifications, beaucoup de Rf restent encore élevés. C'est la raison pour laquelle on considère que l'identification des acides lichéniques est plus pratique, plus accessible en utilisant leurs produits d'hydrolyse qui, eux, ont un Rf plus bas et des réactions colorées plus intenses.

Les depsides donnent par l'hydrolyse de simples acides phénolcarboxyliques, tandis que les depsidones produisent des acides dicarboxyliques du type diphényléther. Les acides vulpinique et pinastrique sont facilement hydrolysés par les alcalis en acides pulvique et p. méthoxypulvique. La calycine est hydrolysée en acide calycinique, mais la calycine se reforme rapidement à l'acidification. Les acides dérivés du dibenzofurane restent généralement inchangés par traitements aux tampons alcalins.

Dans l'interprétation des chromatogrammes, il faut cependant se souvenir que les produits primaires d'hydrolyse peuvent subir des modifications naturelles secondaires (oxydation, décarboxylation, lactonisation, etc...).

Du point de vue pratique, on réalise les opérations suivantes :

1° Obtention des acides : 0,100 g du lichen étudié sont extraits dans un tube à essai par le benzène bouillant ($5 \times 0{,}5$ cm^3), ensuite par l'acétone bouillant ($5 \times 0{,}5$ cm^3). Après filtration sur coton, les deux extraits sont concentrés au bain-marie jusqu'à 0,5 cm^3. Le contenu en acides lichéniques des lichens étant approximativement de l'ordre de 1 à 5 %, les extraits contiennent environ 1 à 5 mg de chaque acide. L'acétone bouillant dissout pratiquement tous les acides lichéniques, mais l'interprétation du chromatogramme est plus simple si les acides les plus lipophiliques sont d'abord éliminés (extraction par le benzène).

2° Hydrolyse : *a*) alcaline; voir précédemment;
b) sulfurique : l'extrait (0,25 cm^3) est évaporé à sec et dissous dans 0,1

à 0,2 cm³ de H_2SO_4 100 %, et agité. Après 5-10 minutes, la solution est diluée avec 2 à 4 cm³ d'eau puis extraite par l'éther (0,3-0,6 cm³). Par cette méthode, tous les depsides, même ceux du type β-orcinol, sont presque totalement hydrolysés. Avec H_2SO_4 96 %, l'hydrolyse est moins complète. Vis-à-vis des depsidones, l'acide sulfurique ne semble pas indiqué, de même pour les dérivés de l'acide pulvique. En effet, l'acide sulfurique concentré entraîne la lactonisation des acides contenant un groupe cétonique et un groupe carboxyle en position adjacente. L'acide usnique de même que les dérivés aromatiques du dibenzofurane (strepsiline) sont insensibles à l'action de H_2SO_4 et ne changent donc pas.

3° Imprégnation du papier par 0,1 M Na_2HPO_4, 0,1 M Na_3PO_4, borate sodique 0,1 M en acide borique.

4° Chromatographie proprement dite : papier Whatman n° 1, méthode descendante. Phases solvantes : n. butanol-éthanol-eau (4/1/5); n. butanol-eau. Les acides sont révélés par les réactifs habituels : U.V., la benzidine bis-diazotée, la paraphélylènediamine, la chloramine T, et par le réactif de Gibbs (2-6 dichloroquinone monochloroïmide). Après aspersion du papier par une solution acétonique 0,05 % de ce dernier, si le papier n'est pas imprégné d'un tampon alcalin, on le soumet aux vapeurs d'ammoniaque. Le réactif est très sensible, des spots bleus indiquent la présence de substances phénoliques contenant un atome d'H ou un groupe carboxyle en para par rapport à un groupe hydroxyle phénolique.

Les tableaux IV et V donnent, suivant Wachtmeister, quelques résultats obtenus avec des depsides du type β-orcinol et des depsidones du même type.

Tableau IV. — *Rf de quelques depsidones du type β-orcinol.*

Phases solvantes.	*butanol ammoniaque conc.*	*butanol eau*	*butanol, benzol, eau (1/1/1)*		*butanol éthanol eau (4/1/5).*
Papier imprégné avec	—	Na_3PO_4	Na_2HPO_4	Na_3PO_4	
	avant hydrolyse.	*après hydrolyse.*			*avant hydrolyse.*
Acide lobarique	0,54	0,80	0,40	0,12	0,83
Acide physodique	—	0,87	0,18	0,12	0,77
Acide α-collatolique	0,06	0,95	—	—	0,82
Acide alectoronique	0,45	0,80	0,15	0,06	—

TABLEAU V. — *Rf de quelques depsidones du type β-orcinol.*

Phases solvantes.	*butanol acétone eau.*	*butanol éthanol eau.*	*butanol, eau.*			
Papier imprégné avec	—	—	NA_2HPO_4	Na_3PO_4	NA_2HPO_4	Na_3PO_4
	avant hydrolyse.				*après hydrolyse.*	
Acide psoromique	0,62	0,70	0,70	0,60	0,25	0,10
Acide stictique	0,52	0,60	0,85		0,60	0,60
Acide norstictique	0,62	0,65	0,60	0,55	0,06	0,02
Acide protocétrarique	0,45	0,50	0,50	0,20	0,02	0,01
Acide physodalique	0,68	0,65			0,02	0,01
Acide fumarprotocétrarique	0,38	0,30			0,02	0,01
Acide salazinique	0,50	0,27	—	—	—	—
Acide α-méthyléthersalazinique	0,42	0,41	—	—	—	—
Acide cétrarique	0,50	0,43	—	—	—	—
Pannarine	0,02	0,01	—	—	—	—

En 1958, Dieter HESS présente un travail relatif à la chromatographie sur papier des substances lichéniques. Tout en renvoyant aux travaux déjà signalés et en épousant de nombreux aspects techniques déjà décrits, HESS introduit cependant un nouveau révélateur, l'emploi d'un autre type de papier et l'usage d'une lampe à U.V. de λ plus petite, 254 mμ au lieu de 360. Le réactif nouveau est l'Echtblausaltz B (E.B.) — sel de bleu solide B — qui s'utilise en solution aqueuse 0,01 %. La solution est à conserver à basse température; elle donne des colorations différentielles dont la perception est souvent plus accusée en U.V. qu'en lumière naturelle.

Comme papier, HESS s'adresse au Schleicher et Schull 2043 b. Mgl et laisse de côté le Whatman n° 1 d'usage courant chez les chercheurs suédois. Enfin, l'emploi d'une lampe à U.V. Hanau NN. 15/44 λ, 254 mμ présente des avantages sur des U.V. de λ 360 mμ, en ce sens que l'on a une meilleure observation de la fluorescence des spots.

En phases solvantes, HESS s'en tient aux mélanges : n. butanol-éthanol-eau (4/1/5); n. butanol-acétone-eau (5/1/2) et à la chromatographie descendante.

TABLEAU VI. — *Rf de quelques substances lichéniques suivant* HESS

Classe des substances lichéniques.	*Substances lichéniques.*	*Phases solvantes.*		*Colorations obtenues avec le réactif E. B.* (HESS).		
		a	*b*	*U.V. Sans E.B.*	*+ E.B. Lumière du jour.*	*+ E.B. U.V. 360 mμ.*
Dérivés de l'acide pulvique	Acide vulpinique	0.68	0,76	GE	—	—
	Acide pinastrique	0,57	0,65	Oc	—	—
Depsides du type a) orcinol ..	Acide évernique	0,63	0,67	DB	Rs	R
	Acide divaricatique	0,73	0,78	B	Rs	K
	Sphaerophorine	0,79	0,85	DB	Rs	K
	Acide imbricarique	0,14	0,09	B	Rs	V
	Acide gyrophorique	0,60	0.73	BV	V	V
	Acide umbilicarique	0,33	0,34	BV	V	V
	Acide orsellinique	0.91	0,93	V	V	V
b) β-orcinol ...	Acide barbatique	0,71	0,75	DB	LRs	LV
	Acide diffractaïque	0.69	0,72	HB	—	—
	Chlor-atranorine	0,73	0,82	HGr	Rs	ZR
	Acide squamatique	0,13	0,10	B	Rs	G
	Acide thamnolique	0,09	0,08	Gel	R	K
	Acide barbatolique	0,42	0,57	Gel	Rs	R
Depsidones du type a) orcinol ...	Acide physodique	0.77	0,84	DB	LRs	LV
	Acide α-collatolique	0,82	0,88	DV	LRs	LV
	Acide lobarique	0,83	0,87	D		
b) β-orcinol ...	Acide salazinique	0,27	0,28	HGr	—	—
	α-méthyl éther de l'acide salazinique	0,41	0,42	HGr	—	—
	Acide stictique	0,33	0,34	Gel	—	—
	Acide norstictique	0,48	0,53	Gel	—	—
	Acide protocétrarique	0,29	0,32	GeGr	—	—
	Acide fumarprotocétrarique	0,23	0,24	GeGr	—	—
	Acide cétrarique	0,43	0,50	Gel	Brl	Brl
	Acide physodalique	0,42	0,48	Gel	—	—
	Pannarine	0,02	0,01	HB	RV	RV
Anthraquinone	Pariétine	0,80	0,84	Oc	—	—
	Acide rhodocladonique	0,00	0,00	DR	—	—
Dérivé du dibenzofurane	Acide usnique	0,81	0,86	DV	Brl	GBr

a) n. butanol-éthanol-eau (4/1/5).
b) n. butanol-acétone-eau (5/1/2).
Schl. et Sch. 2043 b. Mgl.

Suivant les travaux de Hess, nous donnons dans le tableau VI les Rf obtenus pour quelques substances et quelques colorations données par diverses substances lichéniques en présence du réactif E.B.

La chromatographie des substances lichéniques qui, sans aucun doute, donne de précieuses indications quant au contenu des lichens en substances diverses, est un instrument à manier avec la plus grande prudence. L'interprétation des résultats, c'est-à-dire l'identification d'un spot présent sur le chromatogramme, ne peut se faire qu'à la condition de disposer sur le même papier d'acides de référence certains (caractérisés par voie macrochimique) ou de lichens dont le bagage chimique est inventorié d'une manière sûre. L'intérêt pratique de la chromatographie sur le plan taxonomique ne fait pas de doute et a déjà été éprouvé (Hale, 1956). En effet, la chromatographie côte à côte de divers genres ou espèces d'un même genre permet immédiatement de comparer leur composition chimique et de se faire une idée plus ou moins correcte d'identité.

D'un point de vue pratique, la réalisation de chromatogrammes d'acides lichéniques doit tenir compte des points suivants :

1° Phases solvantes et papiers.

Différents papiers sont employés dans la chromatographie des substances lichéniques, mais la préférence semble aller au Whatman n° 1. On utilise également le Toyo-Roshi n° 50 (Japon), le Sleicher et Schull 2043 b. Mgl (Allemagne).

Le Whatman n° 1 est utilisé tel quel ou, dans certains cas, imprégné par des solutions tampons de Na_3PO_4 - Na_2HPO_4; après dessiccation à l'air, on procède comme pour le papier naturel. Dans de nombreux cas, l'imprégnation du papier permet l'obtention de valeurs de Rf moins élevées.

Sol. 0,1 M de $Na_3PO_4 . 12\ H_2O$ — 38,02 g/l — pH 11,7

Sol. 0,1 M de $Na_2HPO_4 . 2\ H_2O$ — 17,80 g/l — pH 9

Différentes phases solvantes permettent la chromatographie des substances lichéniques; on note :

a) n. butanol-eau (saturation);

b) n. butanol-eau-benzène (1/1/1);

c) n. butanol-NH_4OH (saturation);

Abréviations du tableau VI.

U.V. : 254μ. — T.L. : Tageslicht. — B. : blau. — Br. : braun. — Brl. bräunlich. — D : dunkel. — G. : grau. — Ge. : gelb. — Gel. : gelblich. — Gr. : grün. — H. : hell. — K. : karmin. — L. : licht. — Or. : orange. — Oc. : ocker. — R. : rot. — Rs. : rosa. — T. : tief. — V. : violett. — W. : weiss. — Z. : ziegel.

d) n. butanol-acétone-eau (5/1/2);
e) n. butanol-éthanol-eau 4/1/5).

Les phases *c*) *d*) et *e*) sont les plus employées.

Le choix du papier et de la phase étant décidé, on dépose sous forme de gouttes environ 0,01 à 0,02 ml d'extrait acétonique; on peut alors chromatographier soit en méthode ascendante (Mitsuno) ou en méthode descendante (Wachtmeister et Hess). La mesure des Rf se réalise comme d'habitude, c'est-à-dire que $Rf = \frac{\text{distance parcourue par la matière}}{\text{distance parcourue par le solvant}}$

Parmi les substances lichéniques aromatiques, le groupe de l'acide pulvique et de ses dérivés demande des conditions spéciales de chromatographie, tout au moins dans le cadre des phases solvantes, et des méthodes de révélation. On note comme phases, suivant Mitsuno :

a) n. butanol-NH_4OH 28 % (4/1);
b) n. butanol-EtOAc-NH_4OH 28 % (2/2/1);
c) n. butanol-EtOAc-NH_4OH 28 % (1/8/1);
d) n. EtOAc-NH_4OH 28 % (saturation).

La détection des spots se fait simplement par examen en U.V.

2° Méthodes de révélation des acides lichéniques.

Avant application d'un réactif sur le papier, le premier examen se fait toujours en soumettant le chromatogramme aux U.V.

Les acides lichéniques donnent en U.V. une bonne fluorescence; on note des taches de teinte variable (jaune vert, bleuâtre, brun sombre, etc...); il en va de même avec les produits d'hydrolyse. On constate cependant que les U.V. de courtes longueurs d'ondes sont préférables. Les meilleurs résultats s'obtiennent au voisinage de 254 $m\mu$; avec 360 $m\mu$, on observe encore la fluorescence, mais en beaucoup moins bien.

A) *La para-phénylènediamine :* ce réactif donne une coloration jaune avec les composés phénoliques qui renferment un groupe hydroxyle en ortho par rapport à un groupe aldéhydique (la réaction est valable aussi pour la position para, mais ce type n'existe pas, tout au moins n'est pas connu chez les lichens). Après addition du réactif, un examen en U.V. est souhaitable, car la coloration donnée par les différents acides se nuance beaucoup plus et la sensibilité du réactif est plus grande. Coloration jaune avec les acides thamnolique, baeomycésique, psoromique-salizinique, stictique, norstictique, protocétrarique et fumarprotocétrarique.

Wachtmeister propose la solution acétonique à 0,01 % et à 0,5 %.
Mitsuno propose la solution alcoolique à 1 %.
Hess propose la solution alcoolique à 0,01 %.
Linskens-Wachtmeister (1959), la solution alcoolique à 0,01 %.

Dans tous les cas, ce réactif doit être préparé au moment de l'emploi et ne peut être conservé pour des opérations futures.

B) *Le chlorure ferrique :* identifie depsides et depsidones en donnant une coloration pourpre ou brun rouge.

MITSUNO et WACHTMEISTER utilisent la solution alcoolique à 1 %.

C) *La chloramine T :* donne une coloration jaune avec l'acide usnique qui ne montre rien avec les autres réactifs; réactif assez peu sensible.

WACHTMEISTER et MITSUNO utilisent la solution alcoolique à 5 %.

D) *La benzidine* (benzidine bis-diazotée) : sur papier tamponné ou non copule rapidement avec certaines substances phénoliques pour donner des azo-dérivés rouge brun ou jaunes. Très souvent, les produits d'hydrolyse donnent une coloration plus intense que l'acide original. On peut, avant révélation par la benzidine, quand il s'agit d'un papier neutre ou faiblement alcalin, asperger avec la solution 0,1 M Na_3PO_4, sécher, puis appliquer le réactif. Attention cependant, car les acides facilement hydrolysables le seront partiellement.

Solution I : 5 g de benzidine sont dissous dans 14 cm^3 HCL concentré puis amenés à 1000 cm^3 avec de l'eau distillée.

Solution II : dissoudre 10 g de $NaNO_2$ dans 80 cm^3 d'eau distillée, puis amener à 100 cm^3.

Au moment de l'emploi, la benzidine bis-diazotée est préparée par mélange de volumes égaux de I et II. Après application du réactif, le papier est lavé à l'eau pour prévenir son noircissement.

E) *Réactif de Gibbs* (2-6 dichloroquinone monochloroïmide); (on peut aussi utiliser le dérivé 2-6 dibromo). Il est utilisé par WACHTMEISTER en solution acétonique à 0,05 % pour déceler les substances phénoliques contenant un H ou un COOH en para par rapport à un groupe hydroxyle phénolique.

F) *Réactifs :* Echtschwarzsalz (EK), Echtblausalz B (EB), Echtblausalz B.B. (EBB), préconisés et utilisés par HESS (1958). On obtient des colorations différentielles intéressantes qui viennent aider à des recoupements précieux pour l'identification. Sels utilisés en solution aqueuse 0,01 %.

BIBLIOGRAPHIE.

ASAHINA, Y. et SHIBATA, S. — Chemistry of Lichens substances, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo, Japan (1954).

HESS, D. — Über die Papierchromatographie von Flechtenstoffen, *Planta*, **52** : 65-76 (1958).

HALE, M. E. — Chemical strains of the Lichen *Parmelia furfuracea*, *Am. Jour. Botany*, **43** (1956).

MITSUNO, M. — Paper chromatography of Lichen substances I, *Pharmaceutical Bulletin*, Pharmaceutical Institute, Medical Faculty, University of Tokyo, Hongo-Tokyo, Japan, **1**, n° 2 (1953).

SHIBATA, S. — Especial compounds of Lichens substances, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo, Japan (1954).

WACHTMEISTER, C. A. — Paper chromatography on Borate impregnated paper, *Acta chemica Scandinavia*, **5** (1951).

— Studies on the chemistry of Lichens, I. Separation of depsides components by paper chromatography, *Acta chemica Scandinavia*, **6** (1952).

— Identification of Lichen acids by paper chromatography, *Botaniska Notiser*, **109**, fasc. 3 (1956).

ÉTUDES SUR LA VÉGÉTATION DU KATANGA
ET DE SES SOLS MÉTALLIFÈRES.

Réalisées sous l'égide
du Fonds National de la Recherche Scientifique,
avec l'aide de l'Union Minière du Haut-Katanga.

COMMUNICATION N° 6 (*).

ÉTUDE SYSTÉMATIQUE ET PHYTOGÉOGRAPHIQUE D'UN GROUPE DE *LIGHTFOOTIA* À INFLORESCENCE CONTRACTÉE

par

Jacques LAMBINON et Paul DUVIGNEAUD

Le genre africain *Lightfootia* L'Héritier comprend un grand nombre d'espèces dont la systématique est encore imparfaitement débrouillée, la délimitation du genre étant elle-même parfois encore assez imprécise, notamment vis-à-vis des G. *Cephalostigma* A.DC. et *Wahlenbergia* Schrad. Les espèces de l'Afrique du Sud ont été revues monographiquement par R. S. Adamson en 1955 (*Journ. S. Afr. Bot.*, XXI, 209, 1955), mais celles des territoires situés plus au Nord, notamment de l'Angola, de la Rhodésie et du Sud du Congo Belge, sont mal connues.

(*) Cette étude a pu être réalisée grâce à un subside du CEMUBAC, qui a permis la constitution d'un riche herbier katangais conservé au Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytogéographie de l'Université Libre de Bruxelles.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 41, (1961). — Communication présentée à la séance du 7 février 1960.

La présente note a pour but d'établir une mise au point de la taxonomie et de la distribution géographique d'un groupe d'espèces relativement aisé à délimiter, mais où, en raison notamment de la grande variabilité des espèces, une grande confusion règne dans la littérature et dans les herbiers examinés (BR, K, BM) (*). Il s'agit du groupe de *Lightfootia glomerata* où nous avons reconnu et étudié quatre espèces : *L. glomerata* Engl., *L. collomioides* A.DC., *L. leptophylla* C. H. Wright et *L. marginata* A.DC., ainsi que plusieurs taxa infraspécifiques. Cette étude est essentiellement centrée sur le Congo Belge, mais elle présente cependant une vue d'ensemble sur ce groupe embrouillé. Ces plantes se caractérisent par leur robustesse, leurs feuilles relativement grandes et larges pour le genre et surtout leur inflorescence contractée en cymes denses et courtes ou en glomérules, terminaux ou disposés en une étroite inflorescence spiciforme.

Dans les divisions du genre établies par W. von Brehmer (*Bot. Jahrb.*, LIII, 44, 1915), ces espèces se classent dans les *Marginatae* et les *Rupestres*, séries reprises par ailleurs par Adamson (loc. cit.).

La série *Marginatae* ne comprend à notre sens qu'une seule espèce : *L. marginata* A.DC.: elle fait la transition entre les plantes à inflorescence en glomérules ou épis et la série *Abyssinicae* Adamson, voisine des précédentes par ses caractères végétatifs, mais à fleurs pédicellées groupées en inflorescence plus ou moins lâche.

La série *Rupestres* a comme type *L. glomerata* Engl. (Adamson, loc. cit., p. 207): outre cette espèce, elle comprend *L. collomioides* et *L. leptophylla*, déjà cités, ainsi que deux autres espèces qui, à notre avis, sont systématiquement beaucoup plus écartées des précédentes et ne sont peut-être placées qu'assez arbitrairement dans la même série : *L. huttonii* Sond. et *L. rupestris* Engl. Ces deux dernières ne sont pas reprises dans cette étude; elles seront seulement incluses dans la clef pour préciser leur position systématique.

Le genre *Lightfootia* est défini essentiellement par ses caractères floraux: la considération sommaire des types végétatifs et inflorescentiels pourrait, à première vue, faire croire à son hétérogénéité et à la nécessité de le scinder en plusieurs taxa. L'examen de l'ensemble des espèces qui le constituent doit faire rejeter cette idée, de par l'existence d'une série quasi continue de variations à ce double point de vue. C'est notamment le cas des espèces à inflorescence contractée, groupe qui, bien qu'assez nettement délimité, s'enchaîne naturellement aux autres espèces par l'intermédiaire des *Abyssinicae*.

Parmi les quatre espèces étudiées, l'une d'elles, *L. leptophylla*, occupant une aire très limitée à l'Est du lac Nyassa, montre des caractères très cons-

(*) Nous remercions les directeurs et le personnel scientifique de ces établissements pour l'accueil qui nous y est réservé.

tants, tandis que les trois autres, plantes des savanes zambéziennes, à aire beaucoup plus vaste, présentent une amplitude de variation considérable; celle-ci porte essentiellement sur l'appareil végétatif et, dans une moindre mesure, sur l'inflorescence; taille, port, ramification, grandeur et forme des feuilles, etc., varient fortement, peut-être en partie en relation avec les conditions édaphiques locales mais généralement sans signification géographique évidente.

Un caractère semble cependant mériter une attention plus particulière : il s'agit de la pilosité de la plante. Dans deux espèces, *L. marginata* et *L. collomioides*, à côté de plantes à pubescence plus ou moins dense, se rencontrent des individus totalement ou presque glabres; dans les deux espèces, ceux-ci sont limités à l'extrémité orientale de l'aire en arc de cercle de l'espèce. Dans le cas de *L. marginata*, aucune autre différence que la pilosité n'apparaît entre les deux formes, entre lesquelles peuvent exister de rares intermédiaires. En ce qui concerne *L. collomioides*, la forme glabre ou glabrescente, à tige élancée, non ou peu ramifiée, et à inflorescence moins fournie, est une plante exclusivement du Haut-Katanga méridional où elle remplace presque totalement le type pubescent. Notons enfin qu'une variante géographique de *L. collomioides*, caractérisée notamment par des feuilles petites et étroites, existe peut-être dans la partie Sud-Ouest de l'aire de l'espèce (Angola) mais les documents sont insuffisants pour établir avec certitude cette unité.

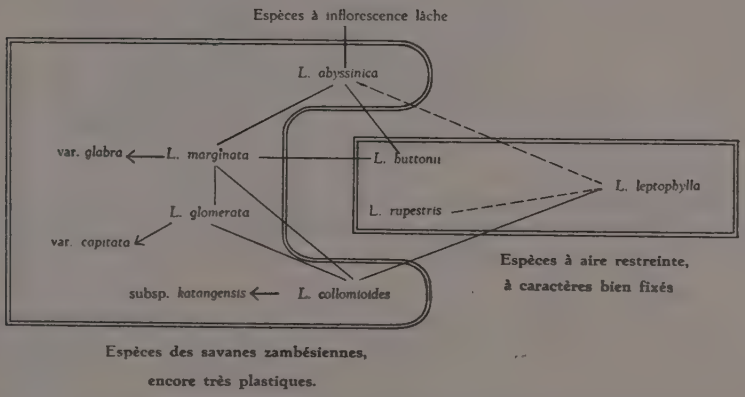


FIG. 1. — Affinités entre les différents *Lightfootia* à inflorescence contractée.

FIG. 2. — Distribution des *Lightfootia* à inflorescence contractée au Congo et au Ruanda-Urundi.

- *L. marginata* A. DC. var. *marginata*.
- *L. marginata* A. DC. forme de passage vers la var. *lucens* LAMBINON.
- *L. glomerata* ENGL.
- *L. collomioides* A. DC. subsp. *collomioides*.
- *L. collomioides* A. DC. subsp. *katangensis* LAMBINON; l'existence de spécimens moins typiques est marquée par un point central.
- *L. collomioides* A. DC. forme intermédiaire entre les deux sous-espèces.

CONSPECTUS DES ESPÈCES ÉTUDIÉES.

A. Inflorescence constituée de cymes pauciflores contractées disposées en une inflorescence spiciforme effilée, simple ou à rameaux courts dans sa partie inférieure. Plante robuste, velue-hérissée ou plus rarement glabre (Ser. *Marginatae*) ..... 1. *L. marginata* A.DC.

B. Inflorescence en épi dense, glomérules terminaux ou glomérules groupés en inflorescence spiciforme (Ser. *Rupestres*) :

I. Inflorescence en épi dense. Plante ligneuse à la base .... (*L. huttonii* SOND.)

II. Inflorescence en glomérules. Plantes herbacées :

1. Plante peu robuste, à feuilles nombreuses, rapprochées dans la moitié inférieure de la tige; celle-ci longuement nue supérieurement. Stigmates à disposition infundibuliforme. Inflorescence en glomérule terminal ..... (*L. rupestris* ENGL.)

2. Plante robuste, régulièrement feuillée jusqu'au sommet de la tige. Stigmates à disposition non ou peu infundibuliforme :

a) Inflorescence constituée d'un glomérule terminal souvent accompagné de glomérules axillaires, formant une inflorescence spiciforme; bractées inflorescentielles plus petites que les feuilles, lancéolées-linéaires. Plante velue-hérissée, au moins dans le haut des tiges ..... 2. *L. glomerata* ENGL.

b) Inflorescence constituée d'un glomérule terminal toujours solitaire; bractées inflorescentielles aussi grandes ou presque que les feuilles, formant une sorte de collerette sous l'inflorescence. Plantes pubescentes ou plus rarement glabres :

α) Glomérule terminal dense; fleurs subsessiles; calice à dents égalant environ le tube. Feuilles à marge généralement épaissie-cartilagineuse ..... 3. *L. collomioides* A.DC.

β) Glomérule terminal lâche; fleurs à pédicelle grêle, environ égal au tube du calice ou un peu plus long; calice à dents environ 3 fois plus longues que le tube. Feuilles minces à marge assez faiblement épaissie .... 4. *L. leptophylla* C. H. WRIGHT

1. Lightfootia marginata A. DC., Ann. Sc. Nat., sér. V, 6, p. 326 (1866).

L. napiformis A. DC., ibid., p. 328.

HOLOTYPE : WELWITCH 1156 (BM) (isotype : BR).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE : Angola !, Kasaï !, S. Rhodésie !, N. Rhodésie!, Nyassaland!, N.W. Mozambique!, Tanganyika!, Congo Belge oriental!

Distribution au Congo Belge : *District du Kasaï :* Mawanga, lisière de la forêt, 28-IV-1953, Callens 4034 (BR); près de Kambangu, savane arbustive, 22-IV-1953, Callens 3518B (BR). — *District des Lacs Édouard et Kivu :* Germain 6035 et 6281 (v. ci-dessous).

Variabilité : Cette espèce est très polymorphe; la plante varie considérablement en ce qui concerne la taille, le port, la forme des feuilles, la longueur et la densité de l'inflorescence. Bien que les types de *L. marginata* A.DC. et de *L. napiformis* A.DC. [Welwitch 1150 (BM)], provenant d'une même localité de l'Angola, soient assez différents, nous croyons devoir mettre strictement en synonymie ces deux taxa, les caractères distinctifs de l'inflorescence notamment se montrant inconstants, même au sein d'une seule récolte.

A côté du type entièrement hispide, se rencontrent des spécimens à tiges, feuilles et calices luisants, glabres ou glabrescents (à poils raides, rares et très dispersés). Nous accordons à ceux-ci — dont la valeur géographique est à préciser, mais qui semblent occuper seulement la partie orientale de l'aire de l'espèce — le statut taxonomique de variété.

— var. **lucens** Lambinon, var. nov.

Varietas a var. *marginata* caulibus, foliis calycibusque lucentibus, glabris vel glabrescentibus (tum pilis rigidis, raris sparsissimisque) distincta.

Holotype : Rodin 4331 (K).

Distribution géographique :

S. Rhodésie : near Darwindale, vicinity of Umvukwe Mountains, 20-IV-1948, Rodin 4331 (K); Distr. Miami, km 34, Exp. Farm, 7-III-1947, Willd 1790 (K); Victoria, 1919, Monro 940 (BM).

N. Rhodésie : Keepiri Mposki, 13-I-1932, Younk 41 p.p. (BM); Lukanga River, 2-VII-1907, Allen 454 (K); Ndola, 6-III-1954, Fanshawe 939 (K, BR).

Tanganyika : Mwanzo-Lake, Janner 1417 (K, BR).

Forme intermédiaire entre les var. *lucens* et *marginata :*

Congo Belge : *District des Lacs Édouard et Kivu :* plaine de la Ruzizi, Luvungi, rudérale, 11-III-1950, Germain 6035 (BR, K); plaine de la Ruzizi, région de Luberizi, mont Kalambo, savane arborée, 24-II-1950, Germain 6281 (BR).

Note phytogéographique.

Les récoltes du Congo Belge se rattachent aux deux extrémités de l'aire en arc de cercle de cette espèce : celles du Kasaï prolongent les récoltes de l'Angola et correspondent au type hispide, tandis que celles de la plaine de la Ruzizi prolongent les récoltes du Tanganyika et se rapprochent de la var. *lucens,* probablement à caractère oriental. Notons encore que la plante pourrait être rencontrée au Katanga oriental et méridional, les récoltes de la

Rhodésie du Nord allant jusqu'à l'Est du lac Mwero; la var. *lucens* notamment est connue de Ndola (frontière congolaise).

2. Lightfootia glomerata Engl., Beibl. z. Bot. Jahrb., n° 47 (Bd. XIX), p. 52 (1894).

L. bequaertii De Wild. et Ledoux in De Wild., Contrib. Fl. Kat., Suppl. 3, p. 145 (1930).

Holotype : Holst 3182 (B) : détruit.

Distribution géographique : S. Rhodésie !, N. Rhodésie !, Nyassaland !, S. Tanganyika!, Haut-Katanga!, Ruanda-Urundi!, Côte de Zanzibar. — Indication douteuse pour le Zululand (v. Adamson, loc. cit., p. 209).

Distribution au Congo Belge : *District du Haut-Katanga :* assez répandu, par ex. : Bequaert 349 (BR), Duvigneaud 1327 (BRLU). — *District du Ruanda-Urundi :* répandu, par ex. : Molitor 36 (BR), G. Michel 4575 (BR).

Variabilité : Nous n'avons pas vu de matériel original d'Engler de ce taxon mais, à Kew, un isotype de la var. *subspicata* Engl. qui n'en diffère que « glomerulis subspicatim congestis, calycis dentibus magis elongatis » (Pflz. W. O. Afr., C., p. 400, 1895). C'est une plante moins hérissée, plus grêle et à inflorescence moins fournie que la majorité des spécimens examinés; néanmoins le nombreux matériel étudié nous a montré la grande variabilité de ces caractères, de telle sorte que nous ne croyons pas qu'il y ait lieu de maintenir un taxon distinct pour ces plantes; la forme de l'inflorescence en particulier est très variable, même au sein d'une seule récolte. Par ailleurs, l'examen de l'holotype de *L. bequaertii* De Wild. et Ledoux (BR) nous a montré qu'il s'agissait strictement d'un synonyme de *L. glomerata* Engl.

Nous avons vu d'autre part l'holotype de *L. capitata* Baker (K) et un isotype de *L. polycephala* Mildbr. (BR, BM). Il s'agit de plantes qui doivent, à notre avis, être rattachées spécifiquement à *L. glomerata* Engl., mais qui constituent une forme extrême, de petite taille, grêle, très ramifiée et à inflorescence réduite à un seul glomérule terminal peu fourni; nous accordons, au moins provisoirement, à ces deux plantes, que nous mettons en synonymie, un rang variétal.

— var. **capitata** (Baker) Lambinon, comb. nov.

L. capitata Baker, Kew Bull., 1898, p. 158.

L. polycephala Mildbr., Notizbl. Bot. Gart. Berlin, XI, p. 686 (1932).

Varietas a var. *glomerata* caulibus ramosissimis, ramis gracilibus ascendentibus et floribus in glomerulis terminalibus globosis circa 1 cm diam. dispositis distincta.

Holotype : Nyika plateau, Whyte s.n. (K).

Distribution géographique : Variété consistant probablement en une forme stationnelle extrême, sans valeur géographique, connue seulement par les deux récoltes décrites par Baker et par Mildbraed. Plante à rechercher et à étudier in situ.

Note phytogéographique.

Cette espèce présente un caractère nettement afro-oriental; elle est particulièrement abondante sur les hauts plateaux de moyenne altitude : Ruanda-Urundi, Nyika, Marungu, d'où elle s'étend vers le Sud jusqu'en Rhodésie du Sud.

Sur le plateau des Marungu, au Katanga, on la trouve aussi bien dans les steppes que dans les maquis d'altitude. De là, elle passe sur les autres hauts plateaux katangais : Biano, Kibara, Manika, Entre-Kando-Lukanga (où elle se présente sous une forme à tendance nettement glabrescente), d'où elle étend son aire jusqu'à la région au Nord de Dilolo. On la trouve disséminée çà et là dans la plaine d'Élisabethville, et notamment sur la montagne de Mukuen au Sud de cette localité.

3. Lightfootia collomioides A. DC., Ann. Sc. Nat., sér. V, 6, p. 328 (1866).

Holotype : Welwitch 1163 (BM) (isotype : BR).

Distribution géographique : Angola!, N. Rhodésie!, Congo Belge méridional, oriental et septentrional (Uele et Ubangi)!

Distribution au Congo Belge : *District du Bas-Congo :* abondant, par ex. Duvigneaud 252 (BRLU), Bequaert 7745 (BR). — *District du Kasaï :* abondant, par ex. Duvigneaud 799 (BRLU), Callens 4111 (BR). — *District du Bas-Katanga :* assez répandu et dispersé, atteignant la limite méridionale du District Forestier Central, par ex. Steyaert 22 (BR), Risopoulos 271 (BR). — *District de l'Ubangi-Uele :* deux récoltes de l'Ubangi : Thonner 236 (BR) et Lebrun 1726 (BR); une, non localisée exactement, du Bas-Uele : Dewulf 426 (BR). — *District du Haut-Katanga :* rare sous la forme typique: une récolte de l'extrémité N.E. du district : Kiambi, de Witte 270 (BR); une des environs de Jadotville : Fungurume, Duvigneaud 3022 (BRLU).

Variabilité : Espèce très variable où il semble difficile de distinguer quelque taxon de valeur, en dehors de la sous-espèce katangaise décrite ci-dessous. Le type, provenant de l'Angola, est une plante assez petite, à tige simple, courtement et densement pubescente, à feuilles petites et étroites et sépales glabres sur le dos. Il n'est pas impossible que cette plante de l'Angola constitue une variété distincte par ces caractères, mais elle serait néanmoins reliée par des types intermédiaires à la forme plus répandue au Nord et à l'Est, à feuilles plus larges, tiges plus robustes généralement ramifiées inférieurement et sépales plus hérissés. Les spécimens de l'Angola sont néanmoins

beaucoup trop peu nombreux (3 examinés) pour établir avec quelque certitude une unité taxonomique dans ce sens.

Dans le Haut-Katanga, la forme typique est rare et presque entièrement remplacée par une variante géographique bien caractérisée mais assez malaisée à définir; ce taxon, lui-même très variable, se présente comme une unité en voie de différenciation dont certains individus sont mal caractérisés, rappelant plus le type largement répandu; à vrai dire, des possibilités d'hybridation actuelle entre ces deux plantes ne sont pas exclues puisque la subsp. *collomioides* existe aussi, bien que rare, dans le Haut-Katanga; des spécimens moins typiques de la sous-espèce katangaise sont ainsi connus de la région de Jadotville et d'Élisabethville ainsi que de Ndola (frontière Congo-Rhodésie).

Cette sous-espèce nouvelle sera définie par une brève diagnose; les différences habituelles entre les deux taxa seront synthétisées en un tableau comparatif.

— subsp. **katangensis** Lambinon, subsp. nov.

Subspecies a subsp. *collomioide* praecipue caulibus gracilioribus elatioribusque, sicut folia glabris vel glabrescentibus (tum pilis brevissimis obtusisque) et inflorescentia minore, quam lata haud longiore distincta.

Différences habituelles entre les deux taxa.

subsp. *collomioides.*	subsp. *katangensis.*
Tiges épaisses, raides, verdâtres, souvent ramifiées.	Tiges élancées, verdâtres à brun rougeâtre, non ou peu ramifiées, sauf à la base.
Feuilles lancéolées à linéaires-lancéolées, à marge généralement ondulée-crépue, les supérieures beaucoup plus longues que les entrenœuds.	Feuilles lancéolées à ovales-lancéolées, à marge ondulée-crépue ou non, les supérieures souvent plus réduites mais toujours plus longues que les entrenœuds.
Collerette inflorescentielle souvent bien développée.	Collerette inflorescentielle souvent peu développée.
Pubescence dense, assez raide, formée de poils courts et obtus, mêlés de nombreux poils plusieurs fois plus longs que larges et aigus.	Pubescence nulle ou très courte, formée de poils obtus, la plupart au maximum 2 fois plus longs que larges.
Inflorescence dense, très fournie, devenant nettement plus longue que large.	Inflorescence moins fournie, restant subsphérique.

Sépales à cils rares à assez abondants, généralement assez longs et effilés.

Sépales à cils rares ou assez abondants, généralement courts et subobtus.

Holotype : Duvigneaud 3005 (BRLU).

Distribution géographique :

Congo Belge : *District du Haut-Katanga :* Fungurume, IV-1940, Quarré 6461 (BR); route vers la Panda, VI-1947, Hoffmann 826 (BR); route Jadotville-Fungurume, km 35, VIII-1956, Duvigneaud et Timperman 2242 (BRLU); Kakontwe, grotte de Jadotville, VII-1956, Duvigneaud et Timperman 2030 (BRLU); Kakonge, VI-1957, Duvigneaud 3372 et 3373 (BRLU); Chabara, VI-1957, Duvigneaud 3491 (BRLU); Mitonte, V-1957, Duvigneaud 3005; Mindingi, VI-1957, Duvigneaud 3398 (BRLU); Kasompi-Ouest, V-1957, Duvigneaud 3220 (BRLU); Luishia, IV-1959, Streel 605 (BR); environs d'Élisabethville, V-1939, Quarré 5359 (BR); ferme Prince Léopold, V-1927, Quarré, 351 et 353 (BR); Élisabethville, V-1912, Homblé 347 (BR); 20 km Nord-Ouest d'Élisabethville, V-1958, Schmitz 6058 (BR); Kafubu, IV-1957, Detilleux 941 (BR); Élisabethville, IV-1937, RR.PP. Salésiens 1110 (BR).

N. Rhodésie : Ndola, V-1954, Fanshawe 1184 (K, BR).

Forme intermédiaire entre les subsp. *collomioides* et *katangensis :*

Congo Belge : *District du Haut-Katanga :* Lukafu, V-1900, Verdick 509 (BR).

Notes écologiques.

Au Congo méridional, *L. collomioides* est particulièrement abondant dans les steppes des plateaux kalahariens du Bas-Congo et du Kwango. Au Katanga, où il semble rare, on y voit s'y substituer une sous-espèce distincte (subsp. *katangensis*) qui a tendance à s'accumuler au voisinage des gisements de cuivre. Il est intéressant cependant de remarquer que la subsp. *collomioides* a été récoltée par l'un de nous le long d'un sentier dans le gisement cuprifère de Fungurume.

La subsp. *katangensis* paraît avoir trouvé son optimum écologique à la limite des gisements de cuivre, là où la concentration des métaux lourds est inférieure à la limite de forte toxicité, mais néanmoins supérieure à la normale. C'est dans cette zone que l'on peut trouver des espèces que nous avons appelées précédemment des cuprophiles, parce qu'elles semblent rechercher des concentrations importantes encore que peu toxiques de cuivre, auxquelles elles ne sont d'ailleurs pas absolument liées.

Lightfootia collomioides subsp. *katangensis* semble être une de ces cuprophiles susceptibles d'être utilisées dans la prospection du cuivre, bien que sa présence n'indique pas nécessairement l'existence de ce métal dans le sol.

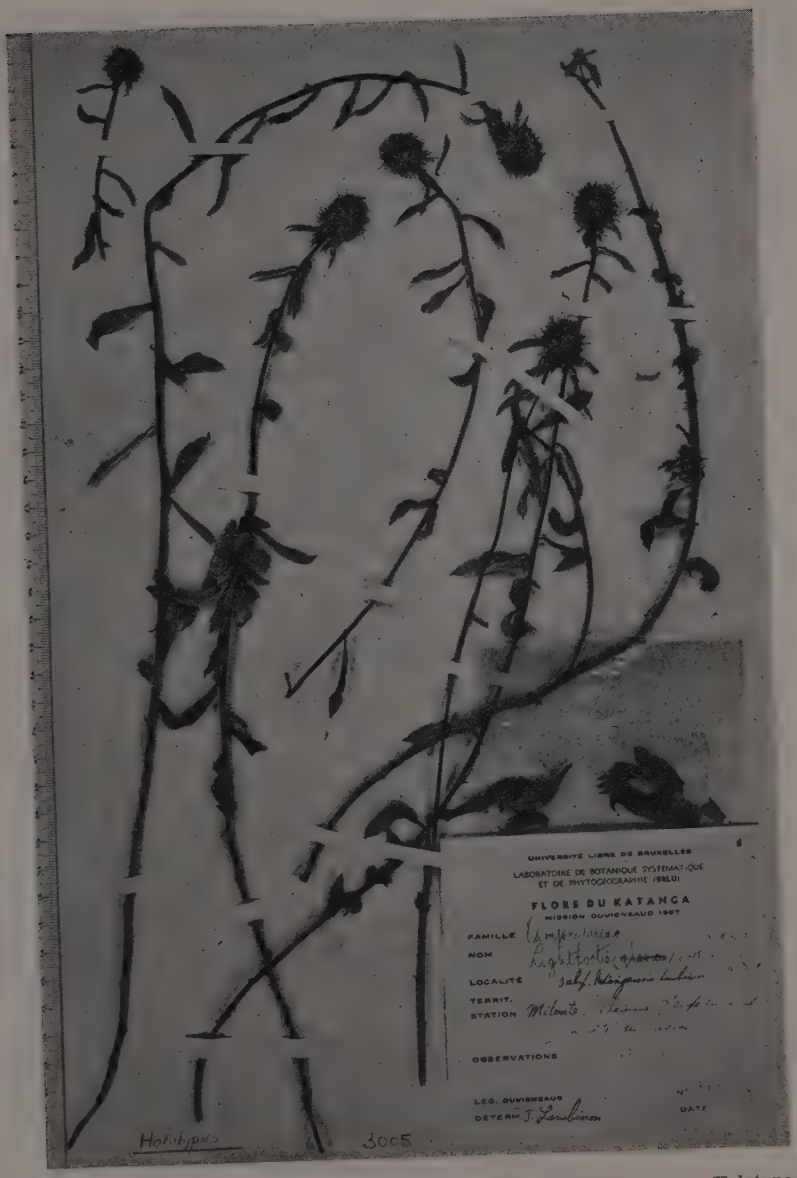


FIG. 3. — **Lightfootia collomioides** A. DC. subsp. **katangensis** LAMBINON. Holotype.

Le type de cette sous-espèce provient d'un steppe arbustif à *Protea hirta, Loudetia simplex* et *Tristachya capensis,* développé au contact de l'affleurement de malachite de Mitonte. La terre brune contient 560 ppm de cuivre et 165 ppm de cobalt.

C'est également dans un steppe arbustif situé près de la limite extérieure de l'auréole de contamination ceinturant la colline cuprifère de Chabara que *Lightfootia collomioides* subsp. *katangensis* trouve son optimum de développement, sur un sol où les teneurs atteignent 1130 ppm de cuivre et 176 ppm de cobalt.

Il en va souvent ainsi, mais parfois la sous-espèce se rencontre à des valeurs plus faibles de la teneur en métaux toxiques, le long du gradient qui s'abaisse progressivement lorsqu'on s'écarte de la source de ces métaux. A Kakonge, on la trouve dans la forêt claire à *Brachystegia spiciformis* et *B. boehmii,* au-delà du steppe arbustif limitant l'auréole de contamination, pour des valeurs qui s'abaissent à 188 ppm de cuivre et 38 ppm de cobalt.

L'intérêt de *Lightfootia collomioides* subsp. *katangensis,* au point de vue de la prospection, est montré par le fait que sur les flancs de la grosse colline à peine minéralisée de Mindingi, on le trouve dans une formation arbustive de *Uapaca* et de *Philippia,* là où la teneur en métaux lourds du sol s'élève à 520 ppm de cuivre et 144 ppm de cobalt.

4. Lightfootia leptophylla C. H. Wright in Hook., Icon. Pl., t. 2659 (1901).

L. bussei Diels, ined.

Holotype : Johnson 40 (K).

Distribution géographique :

N.W. Mozambique : between Unangu and Lake Shire, 1899, Johnson 40 (K); Massangulo-Nyasa, forêt xérophile, clairières, V-1955, Gomes Sousa 1382 (K).

S. Tanganyika : Lukoma, Lake Nyasa, VIII-1887, Bellingham s.n. (BM); Bezirke Mahenge-Kilwa, Malendula, 400 m, 12-VI-1932, Schlieben 2345 (BR, BM); Nhalakasika, ca. 300 m, 15-VI-1903, Busse 2883 (BR); Tendaguru (?), 700 ft, 27-V-1929, Migeod 536 (BM).

Remarques : 1. Cette espèce a été distribuée par l'Herbier de Berlin sous le nom de *L. bussei* Diels, binôme qui n'a jamais été publié ailleurs. Ces spécimens correspondent parfaitement à l'espèce de Wright.

2. Ce taxon, peu variable, occupe une aire géographique réduite à l'Est du Lac Nyassa; toutes les récoltes provenant des territoires situés à l'Ouest ou au Sud et déterminées de la sorte dans les herbiers belges et britanniques se rapportent à *L. collomioides* A.DC.

Université de Liège,
Institut de Morphologie végétale
et de Botanique systématique.

Université Libre de Bruxelles,
Laboratoire de Botanique systématique
et de Phytogéographie.

SUMMARY.

The taxonomy and the geographical distribution of a group of species of *Lightfootia* with contracted inflorescence are clarified. Four species are studied in detail three of which, *L. marginata* DC., *L. glomerata* Engl. and *L. collomioides* DC., are very variable plants of the Zambesian savannas, the fourth, *L. leptophylla* Wright, is more uniform and is distributed throughout a more limited area to the East of Lake Nyasa.

The two principal infraspecific taxa distinguished are : *L. marginata* var. *lucens* Lambinon, accompanying the specific type in the eastern region of the area and *L. collomioides* subsp. *katangensis* Lambinon, almost totally replacing the specific type in the Haut-Katanga.

HÉPATIQUES RÉCOLTÉES PAR LE Dr J.-J. SYMOENS DANS LA RÉGION PÉRI-TANGANYIKAISE

(*Suite*)

par

C. VANDEN BERGHEN

Nous avons poursuivi le dépouillement de la collection d'Hépatiques réunies par M. J.-J. Symoens et provenant des régions montagneuses qui entourent le lac Tanganyika. La première partie de notre étude a été publiée dans le Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, t. **92**, p.111, 1960.

Nous remercions encore toutes les personnes qui nous ont aidé dans l'élaboration de ce travail : M. Ch. Baehni, directeur des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, MM. P. Duvigneaud et J. Léonard, professeurs à l'Université libre de Bruxelles, M. E.W. Jones, professeur à l'Institut forestier d'Oxford, M. R. Tournay, botaniste de l'Institut des Parcs nationaux du Congo et du Ruanda-Urundi.

VI. - LE GENRE COLOLEJEUNEA (Spruce) Schiffn.

Cololejeunea minutissima (Sm.) Schiffn. in Engler et Prantl, Nat. Pflanzenfam., I, p. 122, 1895, subsp. **utriculifera** Vanden Berghen subsp. nov.

A subsp. minutissima sequentibus notis differt : folia interdum in utriculosis globosis mutata; utriculorum lobulus quam lobus major vel aequalis, margine libera involuta; perianthium longe stipitatum.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 55 (1961). — Communication présentée à la séance du 26 mars 1960.

Monoïque. *Plante* très délicate, corticole, à brins feuillés larges de 280-400 μ, formant de minuscules gazonnements d'un vert très pâle. *Tige* longue de quelques millimètres, irrégulièrement ramifiée; 5 séries de cellules corticales à membranes minces, à face externe rectangulaire, 15-20 μ × 22-40 μ; diamètre 40-60 μ. *Feuilles* distantes, étalées, à ligne d'insertion très courte: lobe largement elliptique, subsymétrique, arrondi ou obtus au sommet, faiblement crénelé au bord, 150-300 μ × 240-330 μ, à bord dorsal éventuellement retroussé; lobule relativement grand lorsqu'il est bien développé, sa surface atteignant le 1/4-1/2 de celle du lobe, enflé et habituellement fusiforme, à dent apicale formée d'une ou, plus habituellement, de 2 cellules placées bout à bout; papille hyaline interne insérée à la base de la dent apicale; bord libre, entier ou présentant une dent unicellulaire obtuse, souvent involuté; sinus arrondi; carène convexe prolongée par le bord ventral du lobe, 75-110 μ × 150-200 μ; feuilles parfois transformées en utricules globuleux avec un lobule plus grand ou aussi grand que le lobe, à bord libre involuté, le bord dorsal du lobe étant également involuté. *Cellules foliaires* polygonales, à membranes minces, dépourvues de trigones et d'épaississements intermédiaires, à face externe convexe mais non papilleuse; cellules centrales 14-17 μ × 14-21 μ, marginales 13-16 μ × 14-18 μ, basilaires 15-21 μ × 25-30 μ; pas d'ocelles; cuticule lisse. *Épi* ♂ au sommet d'un rameau habituellement allongé, formé de 2-5 paires de bractées imbriquées, de mêmes dimensions que les feuilles végétatives, à lobe et lobule subégaux; 2 anthéridies à l'aisselle de chaque bractée, diamètre : environ 50-60 μ. *Inflorescence* ♀ au sommet d'un rameau allongé, présentant une innovation. *Bractées* plus grandes que les feuilles végétatives, dressées; lobe elliptique, arrondi ou obtus au sommet, faiblement crénelé au bord, 170-240 μ × 350-480 μ; lobule ovale, obtus, tronqué ou rétus au sommet, 135-180 μ × 300-400 μ; commissure atteignant les 3/4-4/5 de la longueur du lobe. *Périanthe* hissé, à maturité, au sommet d'un stipe long d'environ 300 μ, largement ellipsoïdal ou ovoïde, pourvu de 5 carènes crénelées, 360-420 μ × 450-550 μ; bec long de 50 μ. *Multiplication asexuée* par des propagules disciformes formés d'environ 30 cellules, se développant à la face dorsale des lobes foliaires et à la surface des vieux périanthes; diamètre 50-90 μ. (Fig. **1**).

Urundi, Bururi, à 3 km au S-SW de la localité, sur des brindilles mortes, sur le talus de la route Rumonge-Bururi, dans le vallon boisé de la Sikuvyaye, alt. 1 780 m, 22 juin 1956, Symoens 2715 (type).

Ruanda, Kuwasenkoko, épiphyte sur *Hagenia abyssinica*, alt. 2 400 m, 8 février 1958, Symoens 5415.

Observations. — 1. Nous estimons, avec Schuster, Journ. Elisha Mitchell Scient. Soc., **71**, p. 224, 1955, que *C. minutissima* est une espèce subcosmopolite et polymorphe. Nous y rattachons les plantes récoltées dans les montagnes d'Afrique orientale et les considérons comme relevant probablement d'une sous-espèce nouvelle. Cette dernière est principalement différenciée par

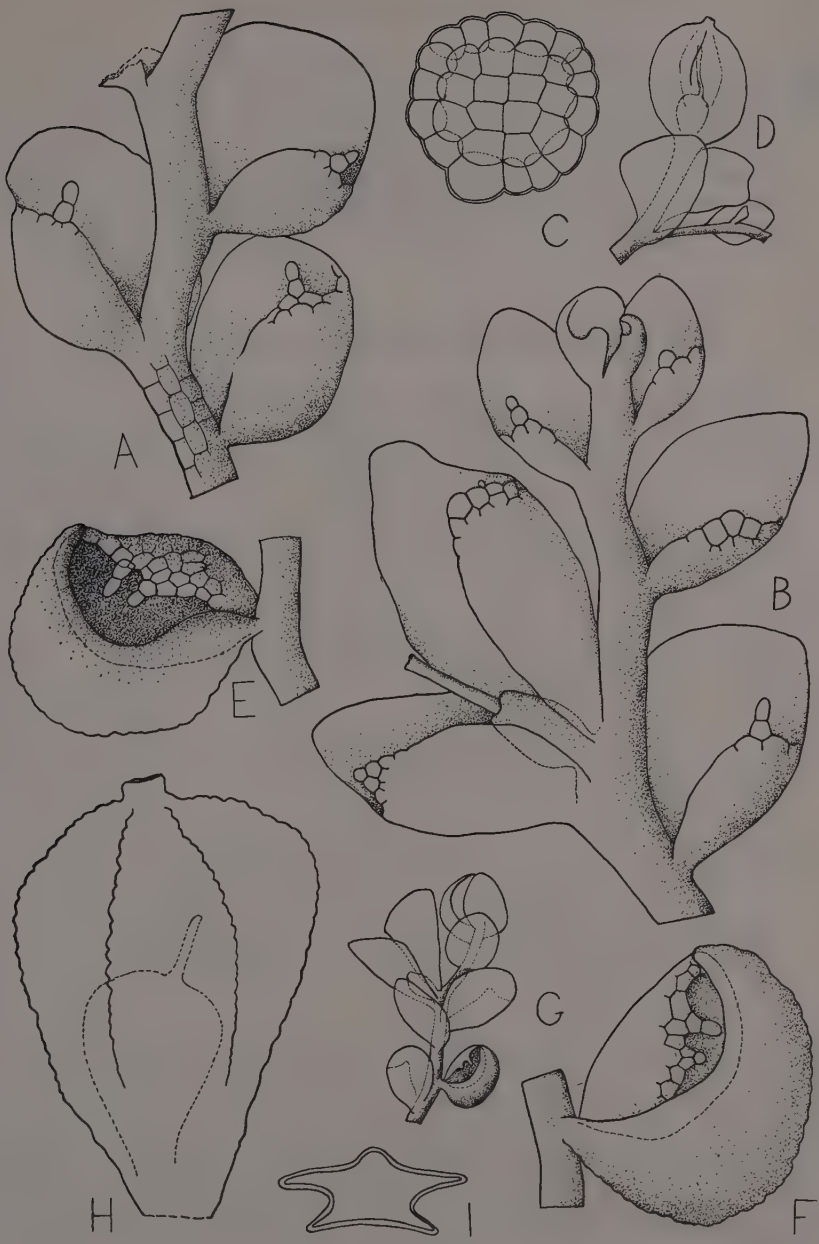


FIG. 1. — *Cololejeunea minutissima* (SM.) SCHIFFN. subsp. *utriculifera* VANDEN BERGHEN. — A : Tige feuillée (× 160). — B : Tige feuillée avec une inflorescence ♀ juvénile (× 160). — C : Propagule (× 300). — D: Périanthe stipité, en vue dorsale (× 35). — E et F : Utricules, en vue dorsale (× 160). — G : Rameau feuillé, avec une inflorescence ♀ et un utricule, en vue dorsale (× 35). — H : Périanthe (× 160). — I : Coupe transversale dans le périanthe (× 60). (SYMOENS 2715).

la présence de feuilles transformées en utricules et par le périanthe souvent longuement stipité.

2. *C. dissita* E.W. Jones, Trans. Brit. Bryol. Soc., **2**, p. 435, 1954, récolté en Nigérie et connu uniquement à l'état stérile, et *C. myriantha* (Herz.) S. Arnell, Bot. Not., p. 164, 1953, de l'Afrique australe, représentent très probablement des formes locales de l'espèce *C. minutissima* (Sm.) Schiffn. ainsi que le suggère Schuster, Journ. Elisha Mitchell Scient. Soc., **71**, p. 225, 1955.

VII. - LE GENRE LEPTOLEJEUNEA (Spruce) Schiffn.

Nous avons noté dans la collection Symoens, une seule espèce relevant du genre *Leptolejeunea* (Spruce) Schiffn. Elle nous paraît être nouvelle pour la Science et vient s'insérer comme suit dans la clef des *Leptolejeunea* que nous avons reconnus en Afrique continentale.

\+ Lobe foliaire souvent irrégulièrement paucidenté, parfois entier. Lobule foliaire relativement grand, sa longueur atteignant le 1/3-1/5 de la longueur du lobe, 60-160 μ × 150-300 μ :

. Dent apicale du lobule unicellulaire et très obtuse. Cellules foliaires centrales 22-30 μ × 28-40 μ; trigones et épaississements intermédiaires petits mais bien développés. Ocelles laminaires à peine plus grands que les cellules ordinaires ..... *L. truncatiloba* Steph.

. Dent apicale du lobule unicellulaire ou, plus généralement, formée par 2 cellules placées bout à bout. Cellules foliaires centrales 15-22 μ × 17-30 μ; pas de trigones ou trigones très petits, pas d'épaississements intermédiaires. 1-3 ocelles laminaires nettement plus grands que les cellules ordinaires ..... *L. symoensii nov. sp.*

\+ Lobe foliaire entier, éventuellement apiculé. Lobule foliaire relativement petit, sa longueur atteignant rarement le 1/4 de la longueur du lobe, 35-45 μ × 50-150 μ :

— Lobe foliaire habituellement apiculé. Lobule foliaire à dent apicale unicellulaire obtuse. Périanthe à carènes lisses ..... *L. astroidea* (Mitt.) Steph.

— Lobe foliaire tronqué-obtus ou arrondi au sommet. Lobule foliaire à dent apicale longue de 45-60 μ et formée de 2-4 cellules placées bout à bout. Périanthe à carènes un peu verruqueuses ..... *L. quintasii* Steph.

Leptolejeunea symoensii Vanden Berghen, nov. sp.

Planta delicatissima, epiphylla. Caulis filiformis, 45-60 μ *diam. Folia contigua vel distantia; lobus lanceolato-rhombicus,* 165-260 μ × 450-675 μ, *apice vulgo apiculatus; lobulus subquadrangularis,* 60-135 μ × 150-270 μ, *dente apicali unicellulari vel cellulis* 2 *superpositis constituto. Cellulae foliares polygonales; parietes tenues; trigoni nulli vel parvi; parietes medio haud vel paulum incrassati; cellulae centrales* 15-22 μ × 17-30 μ; *ocelli laminares* 1-3, *solitarii et sparsi. Amphigastria distantia; discus basilaris trapeziformis,* 45-55 μ × 75-80 μ;

lobi subulati, 80-160 μ longi. Inflorescentia ♀ in apice rami lateralis brevis, innovatione 1 donati. Bracteae erectae; lobus ovatus, irregulariter dentatus, apice apiculatus, 180-240 μ × 420-480 μ; lobulus rhombicus, apice acutus, 100 μ × 300-400 μ. Bracteola ad 1/4 bilobata, 200 μ × 375 μ; lobi triangulares, irregulariter dentati. Perianthium turbinatum, laeve, 400 μ × 750 μ; carinae 5, quaque cornu humili cavo ornata; rostrum 75 μ longum (*).

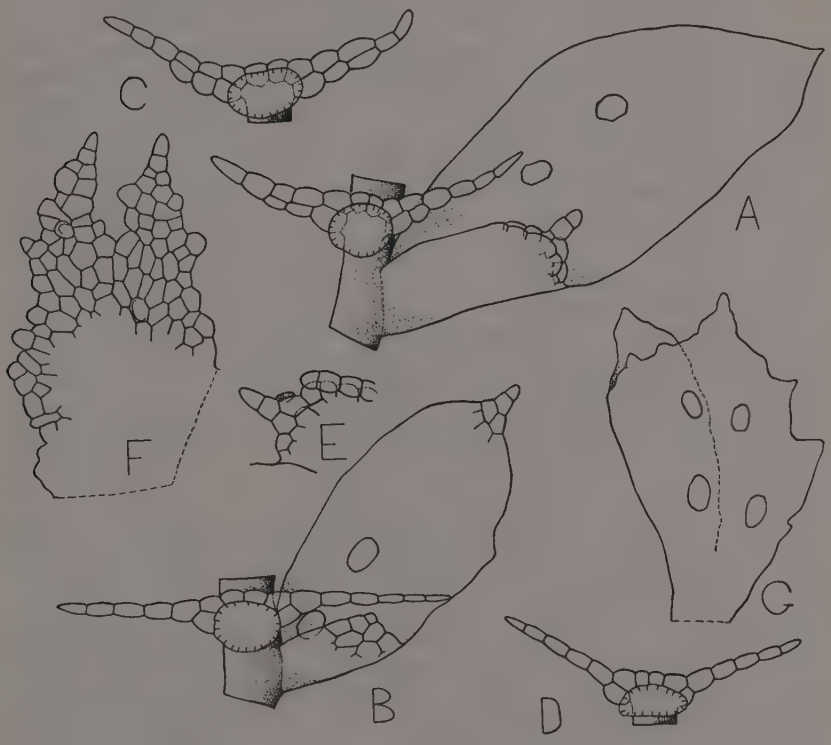


FIG. 2. — *Leptollejeunea symoensii* VANDEN BERGHEN — A et B : Feuilles et amphigastres (× 160). — C et D : Amphigastres (× 160). — E : Lobule foliaire (× 160). — F : Bractéole ♀ (× 160). — G : Bractée ♀ (× 160). (SYMOENS 5397 a).

Dioïque ? *Plante* très délicate, épiphylle, formant de petites rosettes olivâtres. *Tige* filiforme, étroitement appliquée contre le substrat, irrégulièrement ramifiée, longue de quelques millimètres; diamètre 45-60 μ; cinq séries de cellules corticales à membranes minces, à face externe rectangulaire, 15-21 μ

(*) Nous remercions bien vivement M. R. TOURNAY qui a dédigé cette diagnose latine

× 30-42 μ. *Feuilles* contiguës ou distantes, étalées, à ligne d'insertion courte; lobe lancéolé-rhombique, subsymétrique, 165-260 μ × 450-675 μ, habituellement apiculé au sommet, celui-ci étant terminé par une cellule aiguë ou par 2 cellules placées bout à bout; bords entiers ou paucidentés à dents aiguës; lobule subquadrangulaire, relativement grand, 60-135 μ × 150-270 μ, à bord libre entier ou pourvu d'une dent obtuse, à dent apicale longue de 36-40 μ, unicellulaire ou, plus habituellement, formée de 2 cellules placées bout à bout; papille hyaline à la base proximale de la dent apicale; sinus formant un angle droit; carène droite ou faiblement convexe, prolongée par le bord ventral du lobe. *Cellules foliaires* rectangulaires-polygonales, à membranes minces dépourvues de trigones et d'épaississements intermédiaires ou n'en présentant que de très petits; cellules centrales 15-22 μ × 17-30 μ, cellules marginales à peine plus petites 15-21 μ × 17-26 μ; 1-3 ocelles laminaires solitaires et dispersés, 21-30 μ × 36-45 μ. *Amphigastres* distants, constitués d'un disque basilaire trapézoïdal deux fois aussi large que la tige, 45-55 μ × 75-80 μ, et de lobes subulés, longs de 80-160 μ, formés de 0-3 séries de deux cellules prolongées par 5-1 cellules placées bout à bout, étalés, formant entre eux un angle de 120-180°. *Inflorescence* ♀ au sommet d'un rameau latéral court, présentant une innovation. *Bractées* dressées; lobe ovale, irrégulièrement denté, apiculé au sommet, 180-240 μ × 420-480 μ; lobule rhombique, aigu au sommet, environ 100 μ × 300-400 μ; ocelles laminaires présents. *Bractéole* soudée aux bractées, bilobée jusqu'au 1/4 de sa longueur, à lobes triangulaires irrégulièrement dentés, environ 200 μ × 375 μ; ocelles laminaires présents. *Périanthe* exsert, en forme de toupie, tronqué au sommet, lisse, à 5 carènes terminées chacune par une corne creuse peu prononcée, 450 μ × 750 μ; bec long de 75 μ (Fig. **2**).

Ruanda, marais de Kamiranzovu, à env. 30 km à l'E de Shangugu, épiphylle dans la forêt de *Sygyzium* sur tourbe, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5390 a et 5397 a.

Observation. — *L. symoensii* est comparable à *L. truncatiloba* Steph. L'espèce nouvelle s'en distingue notamment par les proportions du lobe, lancéolé et long de 450-675 μ chez *L. symoensii,* oblong et long de 750-880 μ chez *L. truncatiloba.* Les dimensions des cellules foliaires centrales diffèrent également de façon sensible : 15-22 μ × 17-30 μ chez *L. symoensii,* 22-30 μ × 28-40 μ chez *L. truncatiloba;* les trigones manquent ou sont très petits chez *L. symoensii;* ils sont noduleux et bien développés chez *L. truncatiloba.* Ajoutons que la dent apicale du lobule foliaire est unicellulaire et obtuse chez *L. truncatiloba* tandis qu'elle est habituellement formée de deux cellules placées bout à bout chez *L. symoensii.*

VIII. - LE GENRE DREPANOLEJEUNEA (SPRUCE) SCHIFFN.

Deux espèces relevant du genre *Drepanolejeunea* (SPRUCE) SCHIFFN. ont été notées dans les récoltes de SYMOENS.

1. — Drepanolejeunea friesii VANDEN BERGHEN, Svensk Bot. Tidsk., **45**, p. 366, 1951.

Dioïque. *Plante* délicate, habituellement corticole, formant de minces gazonnements verts ou brunâtres. *Tige* irrégulièrement ramifiée; diamètre 45-75 μ; cellules corticales à membranes épaissies, à face externe rectangulaire, 12-18 μ × 25-34 μ. *Feuilles* imbriquées ou contiguës, parfois distantes, étalées-dressées, à ligne d'insertion très courte; lobe débordant faiblement la tige du côté dorsal, entier, fortement concave, lancéolé-ovale, asymétrique, à bord dorsal très convexe, à bord ventral presque droit, à sommet incurvé, aigu ou subaigu, souvent terminé par une ou par 2 cellules placées bout à bout, 140-270 μ × 250-400 μ; lobule relativement grand, enflé, fusiforme, à carène fortement arquée formant un angle aigu ou droit avec le bord ventral du lobe, à bord libre entier, involuté, à dent apicale unicellulaire, aiguë et arquée; papille hyaline proximale; sinus arrondi; 90-120 μ × 135-225 μ. *Cellules foliaires* convexes ou obtusément papilleuses dorsalement, à membranes présentant de petits trigones à côtés concaves et des épaississements intermédiaires noduleux; cellules centrales subrectangulaires 16-22 μ × 18-25 μ; cellules marginales 12-16 μ × 14-20 μ; pas d'ocelles. *Amphigastres* à peine plus larges que la tige, formés d'un disque basilaire d'environ 6 cellules et de 2 lobes aciculés ou triangulaires-ligulés, divariqués, séparés par un sinus arrondi très obtus; lobes longs de 3-5 cellules, formés de 1-4 séries de 2 cellules et éventuellement terminés par 3-1 cellules placées bout à bout; dimensions 75-120 μ × 100-150 μ. *Épi* ♂ au sommet d'un court rameau latéral, ovoïde ou ellipsoïdal, formé de 2-3 paires de bractées imbriquées, à lobe et lobule subégaux, 180-225 μ × 225-240 μ, à carène hémi-circulaire; bractéoles à la base de l'épi; 2 anthéridies globuleuses à l'aisselle de chaque bractée, diamètre 45-50 μ. *Inflorescence* ♀ au sommet d'un rameau allongé, présentant une innovation. *Bractées* dressées, plus grandes que les feuilles végétatives, irrégulièrement et obtusément paucidentées; lobe lancéolé-ovale, à sommet réfléchi, subaigu ou acuminé, 135-250 μ × 450-510 μ; lobule plus ou moins rhombique, assez grand, 100-150 μ × 315-360 μ. *Bractéole* plus ou moins elliptique, bilobée, irrégulièrement dentée, 145 μ × 315 μ (Fig. **3**).

RUANDA, Shangugu, à environ 27 km à l'E de la localité, talus humide de la route Bukavu-Astrida, alt. 1 930 m, 7 février 1958, SYMOENS 5366; id., à environ 30 km à l'E de la localité, épiphyte sur *Erica* dans le marais de Kamiranzovu, alt. 1 950 m, 8 février 1958, SYMOENS 5380.

Kivu, Uvira, à environ 16 km au SW de la localité, au N-NW du mont Lugoma, près de Musaruzi, alt. 3 100 m, 4 janvier 1956, Symoens 2097 c; id., région de la haute Ngovi, alt. 3 080 m, 5 janvier 1956, Symoens 2121 b; id., épiphyte sur bambous, région de la haute Ngovi, alt. 3 110 m, 5 janvier 1956, Symoens 2126 b.

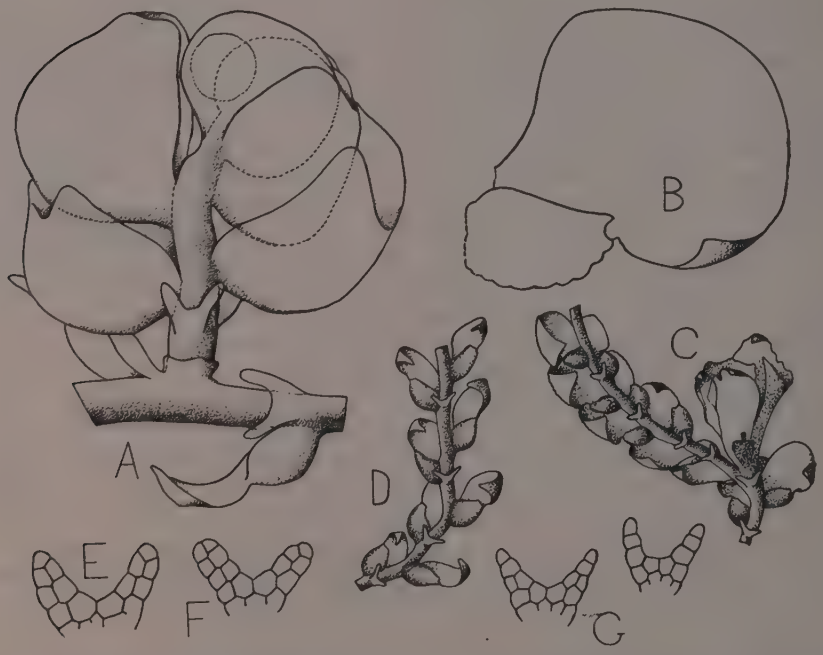


Fig. 3. — *Drepanolejeunea friesii* Vanden Berghen — A : Épi ♂ (× 160). — B : Feuille (× 160). — C et D : Tiges feuillées (× 35). — E et F : Amphigastres (× 160). — G : Amphigastres (× 160). (A : Symoens 5380. — B, C, E et F : Symoens 5366. — D et G : Symoens 2097).

Observations. — 1. *D. friesii* est une plante polymorphe. Les feuilles, distantes sur certains brins, sont imbriquées sur d'autres. La face dorsale des cellules foliaires est faiblement ou fortement convexe. Les lobes des amphigastres sont éventuellement aciculés et terminés par plusieurs cellules placées bout à bout; parfois, au contraire, ils sont ligulés et obtus au sommet.

2. La plante est répandue dans les forêts de montagne d'Afrique orientale. Nous l'avons notée au mont Kénia, au Kilimandjaro, au Ruwenzori et, maintenant, au Kivu et au Ruanda.

3. *D. friesii* est comparable à *D. claviformis* Steph. de l'Afrique occidentale. Cette dernière espèce possède fréquemment des lobes foliaires pourvus de 1-2 ocelles basilaires; ces ocelles paraissent manquer chez *D. friesii*. Le périanthe de *D. claviformis* est très particulier : claviforme, lisse, il présente dans sa partie distale 4 ou 5 carènes arrondies, prolongées vers le sommet par des cornes globuleuses, enflées, dressées, un peu contractées à la base. Nous ne connaissons pas le périanthe de *D. friesii*.

2. — **Drepanolejeunea ruandensis** Vanden Berghen, sp. nov.

Monoica. Planta delicatissima, epiphylla. Caulis filiformis, 35-45 μ diam. Folia contigua vel distantia, erecto-patula; lobus lanceolatus, asymmetricus, margine dorsali valde convexa, margine ventrali subrecta, irregulariter dentatus, apice acuto-acuminatus et incurvatus, 100-150 μ × 280-375 μ; lobulus magnus, inflatus, fusiformis, dente apicali unicellulari arcuato 30-40 μ longo. Cellulae foliares polygonales; trigoni nulli vel parvi; parietes medio haud vel paulum incrassati; cellulae centrales 12-15 μ × 18-25 μ; ocelli laminares 1-3, solitarii et sparsi. Amphigastria parva, trapeziformia, 60-75 μ × 120-150 μ; lobi triangulares, acuti, 60-75 μ longi, basi 2-3 cellulis lati. Spica ♂ in apice rami elongati; bracteae 2-5-jugatae, laxe imbricatae; bracteolae secus spicam dispositae. Inflorescentia ♀ in apice rami elongati, innovatione 1 donati. Bracteae erectae, quam folia vegetativa majores; lobus lanceolatus, paucidentatus, apice acutus, 140-200 μ × 350-380 μ; lobulus ellipticus, minor. Bracteola elliptica, ad 2/5 bilobata, irregulariter dentata, 240-260 μ × 350-390 μ. Perianthium turbinatum; 300-375 μ × 525-600 μ; carinae 5, acutissimae, paucidentatae, quaeque cornu brevi cavo horizontaliter patulo ornata; rostrum 30 μ longum (*).

Monoïque. *Plante* très délicate, épiphylle, à brins feuillés larges de 300-400 μ, formant de petits gazonnements vert pâle. *Tige* filiforme, irrégulièrement ramifiée, longue de quelques mm; diamètre 35-45 μ; cellules corticales à parois épaissies, à face externe rectangulaire, 12-15 μ × 20-28 μ. *Feuilles* contiguës ou distantes, dressées-étalées, à ligne d'insertion courte; lobe lancéolé, asymétrique, à bord dorsal très convexe, à bord ventral presque droit, irrégulièrement denté, à sommet aigu-acuminé et incurvé, 100-150 μ × 280-375 μ; lobule relativement grand, enflé, largement fusiforme, à bord libre entier et involuté, à dent apicale unicellulaire, arquée, longue de 30-40 μ, à sinus arrondi, à carène fortement convexe, mamilleuse, formant un angle aigu avec le bord ventral du lobe; dimensions 75-90 μ × 135-170 μ. *Cellules foliaires* polygonales, à surface externe souvent convexe, à membranes dépourvues de trigones et d'épaississements intermédiaires ou n'en présentant que de très petits; cellules centrales 12-15 μ × 18-25 μ, marginales à peine plus petites 12-15 μ × 15-20 μ; 1-3 ocelles laminaires isolés, 15-18 μ × 18-25 μ; cuticule lisse.

(*) Nous remercions bien vivement M. R. Tournay qui a rédigé cette diagnose latine.

Amphigastres petits, à contour général trapézoïdal, 60-75 μ × 120-150 μ, à lobes triangulaires, aigus, longs de 60-75 μ, larges de 2 ou 3 cellules à

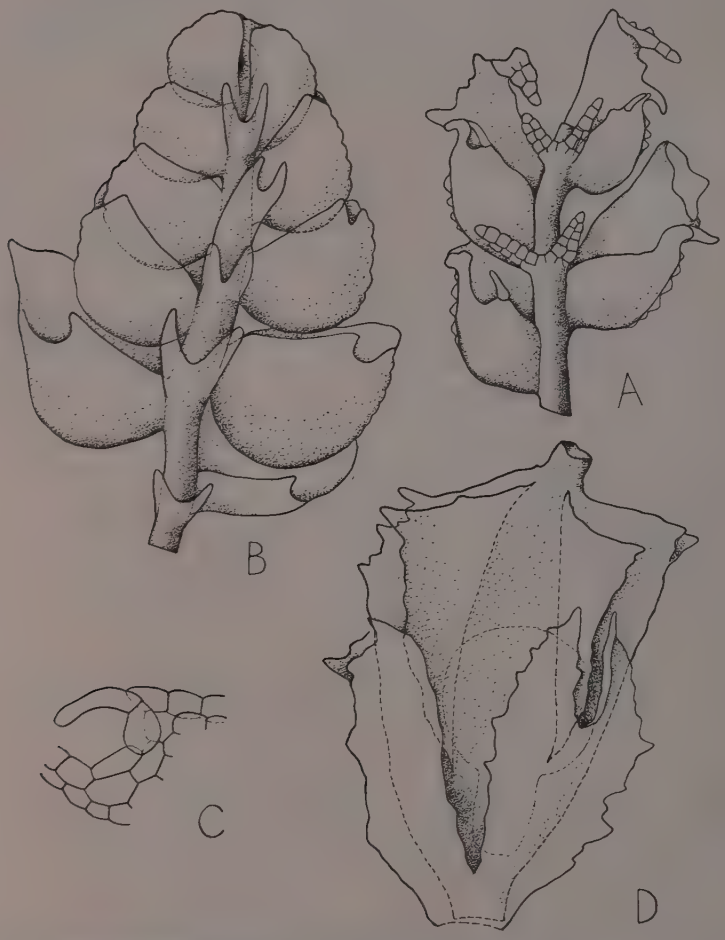


FIG. 4. — *Drepanolejeunea ruandensis* VANDEN BERGHEN — A : Tige feuillée (× 160). — B : Épi ♂ (× 160). — C : Extrémité du lobule foliaire (× 300). — D : Périanthe (× 160). (SYMOENS 5397 a).

la base, terminés par 1-3 cellules placées bout à bout; lobes séparés par un sinus de 120-170°. *Épi* ♂ au sommet d'un rameau allongé, formé de 2-5 paires de bractées lâchement imbriquées, un peu plus petites que les

feuilles végétatives, à lobe et lobule subégaux, à carène hémi-circulaire avec des cellules à membrane externe fortement conique; bractéoles tout le long de l'épi. *Inflorescence* ♀ au sommet d'un rameau allongé pourvu d'une innovation. *Bractées* dressées, plus grandes que les feuilles végétatives; lobe lancéolé, paucidenté, aigu au sommet, environ 140-200 μ × 350-380 μ; lobule elliptique, un peu plus petit. *Bractéole* elliptique, bilobée jusqu'aux 2/5, irrégulièrement dentée, 240-260 μ × 350-390 μ. *Périanthe* en forme de toupie, présentant 5 carènes très aiguës, paucidentées, terminées par une courte corne creuse étalée horizontalement, 300-375 μ × 525-600 μ; bec long de 30 μ (Fig. **4**).

Ruanda, Shangugu, à environ 30 km à l'E de la localité, dans le marais de Kamiranzovu, épiphylle dans la forêt de *Syzygium* sur tourbe, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5397 a.

Observation. — *D. ruandensis* présente de fortes affinités avec *D. cultrella* (Mitt.) Steph., espèce signalée à Saint-Thomas et au Cameroun, et est peut-être identique à celle-ci ou en représente une sous-espèce remarquable. Nous considérons pourtant, à titre provisoire, l'échantillon récolté par Symoens comme le type d'une espèce nouvelle car nous n'avons pas observé chez les plantes du Ruanda les rameaux à lobules réduits si fréquents chez les plantes de l'Afrique occidentale. Les lobes foliaires de celles-ci sont également moins fortement dentés que ceux de la plante du Ruanda. De plus, nous ne connaissons pas les caractères de l'inflorescence ♀ de *D. cultrella* (Mitt.) Steph.

IX. - LE GENRE HYGROLEJEUNEA (Spruce) Schiffn.

Hygrolejeunea acuta (Mitt.) Vanden Berghen comb. nov.

Syn. : *Lejeunia acuta* Mitt., Journ. Proc. Linn. Soc. Bot., London, **7**, p. 167, 1864.

Lejeunia pulcherrima Steph., Bol. Soc. Brot., **4**, p. 177, 1886; Steph., Engler Bot. Jahrb., **8**, p. 87, 1886.

Hygrolejeunea pulcherrima (Steph.) Steph., Sp. Hep., **5**, p. 527, 1914.

Taxilejeunea acuta (Mitt.) Steph., Sp. Hep., **5**, p. 454, 1913.

Monoïque. *Plante* assez robuste, très variable, croissant habituellement en touffes pendantes sur les brindilles et les écorces, parfois épiphylle, à brins larges de 1200-1600 μ, formant des gazonnements vert jaune ou, plus rarement, verts. *Tige* habituellement longue de 2 à 4 cm, pouvant atteindre 12 cm, irrégulièrement pennée; diamètre 90-135 μ; cellules corticales à membranes épaissies, à face externe rectangulaire, 27-40 μ × 45-90 μ. *Feuilles* étalées, contiguës ou faiblement imbriquées, distantes sur les rameaux pendants; lobe convexe, ovale-triangulaire, asymétrique, entier, à bord dorsal fortement con-

vexe, à bord ventral droit ou faiblement convexe, à sommet aigu ou acuminé, à appendice dorsal arrondi ne débordant pas la tige, 350-600 μ × 720-880 μ; lobule relativement petit, triangulaire, à carène un peu convexe formant un angle très obtus avec le bord ventral du lobe, à bord libre entier, incurvé, à dent apicale unicellulaire, obtuse, à papille hyaline proximale par rapport à la dent apicale; sinus presque droit; 90-120 μ × 120-150 μ. *Cellules foliaires* polygonales, à membranes minces pourvues de trigones parfois noduleux et d'épaississements intermédiaires; cellules centrales 18-22 μ × 21-28 μ, marginales 12-15 μ × 13-17 μ, basilaires 24-30 μ × 25-33 μ; cuticule lisse; pas d'ocelles. *Amphigastres* relativement grands, distants ou contigus, 3-4 fois aussi larges que la tige, elliptiques, bilobés jusqu'au 1/3-1/2 de leur longueur, à lobes triangulaires très aigus ou acuminés, séparés par un sinus étroit; ligne d'insertion arquée; deux oreillettes arrondies; 315-570 μ × 450-675 μ. *Épi* ♂ habituellement au sommet d'un rameau latéral, parfois au sommet d'un rameau allongé pouvant éventuellement innover, court, formé de 2-7 paires de bractées assez lâchement imbriquées, plus petites que les feuilles végétatives, à lobe et lobule subégaux, obtus ou acuminé au sommet; bractéoles, semblables aux amphigastres, tout le long de l'épi. *Inflorescence* ♀ au sommet d'un rameau allongé présentant généralement deux innovations ou, plus rarement, au sommet d'un rameau latéral court ne présentant qu'une seule innovation. *Bractées* très variables, plus grandes que les feuilles végétatives, dressées, entières; lobe ovale ou oblong-ovale, acuminé au sommet, 300-750 μ × 1 350-1 500 μ; lobule relativement petit, triangulaire-rhombique, obtus au sommet, 225-450 μ × 600-1 000 μ. *Bractéole* ovale, bilobée jusqu'au 1/3-1/2 de sa longueur, à lobes aigus, parfois longuement acuminés, à sinus étroit, 300-825 μ × 1 000-1 350 μ. *Périanthe* exsert, claviforme, pourvu de 5 carènes un peu rugueuses distalement par des cellules à surface fortement convexe, 525-600 μ × 1 000-1 275 μ; bec long de 75-90 μ (Fig. **5**).

Ruanda, 30 km à l'E du Shangugu, épiphyte sur *Erica* dans le marais de Kamiranzovu, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5380; id., épiphylle sur une orchidée épiphyte, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5393 c.

En outre :

Fernando Pô, sans localité, Mann s.n. (type de *Lejeunia acuta* : G).

Saint-Thomas, Lagoa Amelia, vers 1 300 m, A. Moller 63 (type de *Lejeunia pulcherrima* Steph. : G).

Cameroun : Bomana, 8 décembre 1890, Dusèn (G); sans localité, Humblot 1538 (G); versant occidental du mont Cameroun, sur le tronc de petits arbres et d'arbustes, dans la forêt sous Liwange, 6 400 pieds, 28 mars 1948, E.W. Jones 375; id., sur les branches d'un grand arbre dans la forêt sous Liwange, 6 800 pieds, 28 mars 1948, E.W. Jones 376 A.

Observations. — 1. *H. acuta* est une espèce extraordinairement variable, avec des rameaux à foliation relativement serrée et d'autres, très allongés, à

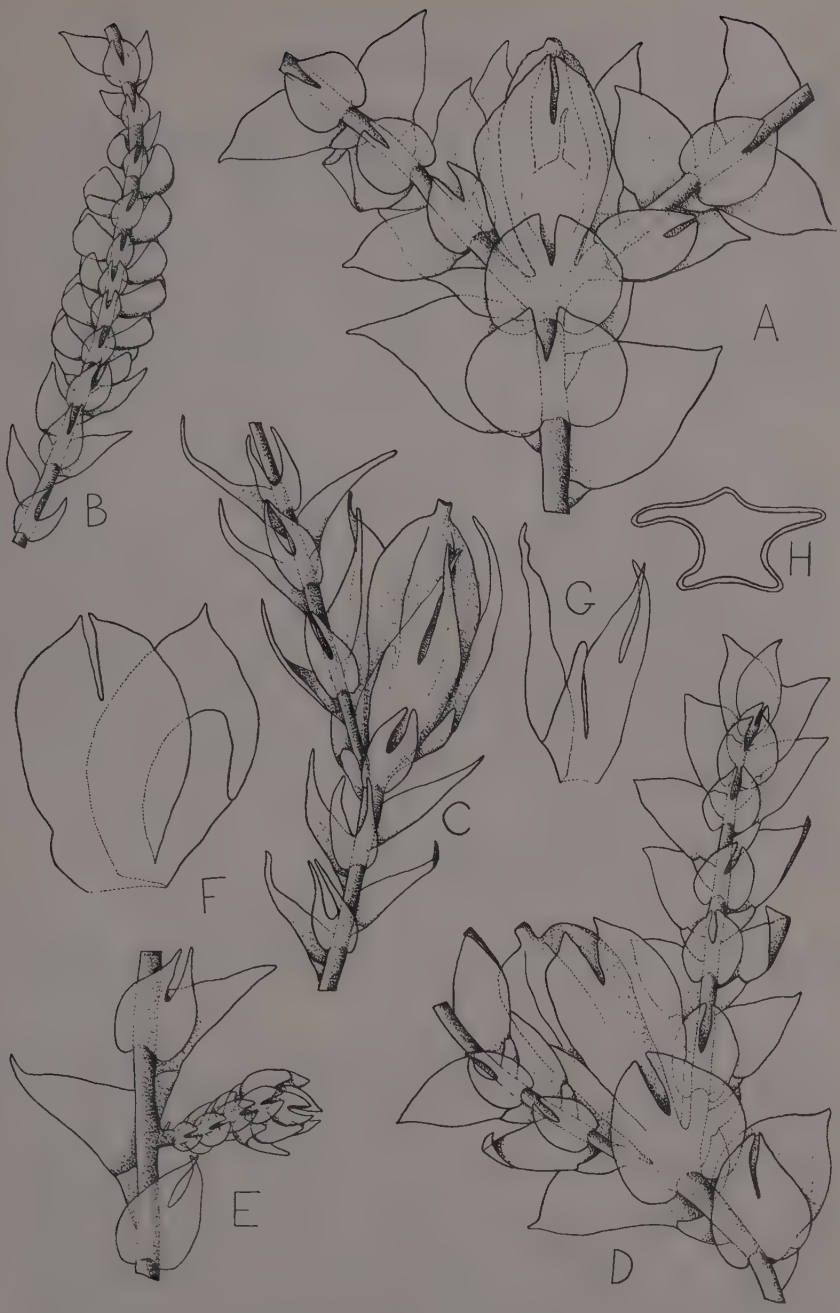


FIG. 5. — *Hygrolejeunea acuta* (MITT.) VANDEN BERGHEN — A : Tige feuillée avec une inflorescence ♀ et deux innovations (× 35). — B : Épi ♂ intercalaire (× 35). — C et D : Tiges feuillées et inflorescences ♀ (× 35). — E : Tige feuillée avec un épi ♂ (× 35). — F et G : Bractées ♀ (× 35). — H : Coupe transversale dans le périanthe (× 55). (A et B : MANN — C, E, G et H : JONES 375. — D et F : JONES 376 a).

foliation lâche. Les lobes foliaires des premiers sont subovales tandis que ceux des seconds sont triangulaires et longuement acuminés au sommet. La largeur des bractées et des bractéoles ♀ varie également dans de grandes proportions.

2. On connaît l'imprécision des limites des trois genres *Hygrolejeunea* (Spruce) Schiffn., *Taxilejeunea* (Spruce) Schiffn. et *Lejeunea* Libert. Schuster, dans un mémoire récent (1), a montré que les espèces relevant du genre *Hygrolejeunea* sont différenciées de celles appartenant aux deux autres genres par la présence d'inflorescences ♀ situées au sommet de tiges allongées présentant deux innovations et par l'absence de séries de périanthes parallèles insérés sur des rameaux latéraux courts.

3. Chez les espèces du groupe *Hygrolejeunea-Taxilejeunea-Lejeunea*, l'épi ♂ est habituellement placé au sommet d'un rameau latéral très court. Parfois, pourtant, chez certains *Lejeunea* notamment, les bractées ♂ sont insérées au sommet d'une tige allongée pouvant éventuellement innover. C'est le cas notamment chez *Lejeunea flava* (Sw.) Nees et aussi chez *Hygrolejeunea acuta* (Fig. **5** : B). Dans ces conditions, il nous semble que le genre *Nesolejeunea* Herzog, Bot. Not., **4**, p. 327, 1947, doit être invalidé. En effet, ce genre, représenté par une seule espèce, *Nesolejeunea intercalaris* Herzog, des Comores, dont l'inflorescence ♀ est inconnue, n'est différencié des genres affins que par la présence d'épis ♂ intercalaires. *Nesolejeunea intercalaris* relève très probablement du genre *Hygrolejeunea* et est peut-être identique à *Hygrolejeunea acuta*.

4. *H. acuta* est une espèce répandue dans les régions montagneuses de l'Afrique équatoriale.

X. - LE GENRE FRULLANIA Raddi

Le genre *Frullania* Raddi, cosmopolite, est représenté par un nombre considérable d'espèces. Il peut être subdivisé en 7 sous-genres, tous représentés en Afrique (Verdoorn, Ann. Bryol., suppl. I, p. 27, 1930).

1. Lobule foliaire grand, à partie apicale enflée, en forme de casque, à partie basilaire plane; partie dorsale du lobule nettement plus grande que la partie ventrale 2
   Partie dorsale du lobule non nettement plus grande que la partie ventrale 3
2. Partie plane dorsale du lobule longuement soudée au bord ventral du lobe foliaire ..... *Chonanthelia* Spruce
   Partie plane dorsale du lobule libre; celui-ci très asymétrique, à ouverture dirigée vers la tige ..... *Saccophora* Verd.
3. Longueur du lobule foliaire toujours inférieure à 1,5 fois la largeur du lobule; celui-ci en forme de capuchon ou largement cylindrique ..... *Trachycolea* Spruce
   Lobule foliaire claviforme ou longuement cylindrique 4

(1) Schuster, Journ. Elisha Mitchell Scient. Soc., 73, p. 130, 1957.

4. Ouverture du lobule foliaire dirigée vers l'apex de la tige; angle formé par la tige et par l'axe longitudinal du lobule $>$ 90° ..... *Homotropantha* Spruce
Ouverture du lobule foliaire dirigée vers la tige ou vers sa base; angle formé par la tige et par l'axe longitudinal du lobule $\leq$ 90° 5
5. Axe longitudinal du lobule plus ou moins parallèle à la tige, ou lobule dont le sommet se rapproche de la tige 6
Axe longitudinal du lobule formant un angle de 30-90° avec la tige ..... *Diastaloba* Spruce
6 Tige et axes principaux très allongés ..... *Meteoriopsis* Spruce
Tige densement ramifiée ..... *Thyopsiella* Spruce

Sept espèces relevant du genre *Frullania* ont été notées dans les récoltes de Symoens.

A. Sous-genre **Trachycolea** Spruce

1. — Frullania squarrosa (Reinw. et Blume) Dum., Rec. Observations sur les Jung., p. 13, 1835; Verdoorn, Ann. Bryol., suppl. I, p. 34, 1930.

Kivu, Kitwabaluzi, épiphyte sur un tronc de « Mbiribiri », dans la galerie forestière de la Kilungutwe, en amont du pont de la route Bukavu-Mwenga, alt. 1 030 m, 27 juin 1956, Symoens 2835.

Urundi, Muramvya, à environ 7 km à l'W de la localité, épiphyte sur le tronc d'un *Eucalyptus* au bord de la route Usumbura-Astrida, près du km 52, alt. 2 200 m, 31 mars 1956, Symoens 2358 b; Rutana, à 29 km à l'E-NE de la localité, épiphyte sur « Muguti », dans la galerie forestière de la Malagarasi, à 3 km de Butetsi, alt. 1 270 m, 23 juin 1956, Symoens 2780.

Katanga, Pweto, à environ 8 km de la localité, épiphyte sur « Muwiwi », dans la petite galerie forestière de la Lunkinda, près du village Mulukita, alt. 930 m, 13 juin 1957, Symoens 3914.

Observation. — Cette espèce pantropicale peut probablement résister à de longues périodes de sécheresse; elle végète souvent, en pionnière, sur l'écorce d'arbres isolés.

2. — Frullania caffraria Steph., Hedwigia, **33**, p. 141, 1894; Vanden Berghen, Svensk Bot. Tidsk., **47**, p. 269, 1953.

Katanga, Albertville, à 85 km au S-SW de la localité, épiphyte sur une grosse liane dans la galerie forestière de la rivière Niemba, à Kungwe, alt. 950 m, 30 juin 1957, Symoens 4795.

Observations. — 1. L'échantillon récolté par Symoens est stérile et la plante est déterminée avec un léger doute.

2. L'aire de dispersion de *Frullania caffraria* comprend les montagnes de l'Est de l'Afrique, la région orientale de l'Afrique australe et Madagascar.

3. — Frullania hedbergii Vanden Berghen, Svensk Bot. Tidsk., **47**, p. 273. 1953.

Urundi. Muramvya, à 7 km à l'W-SW de la localité, épiphyte sur *Eucalyptus*, dans une plantation à l'E de la route Usumbura-Astrida, à Bugarama, alt. 2 200 m, 31 mars 1956, Symoens 2372 b.

Observations. — 1. Le périanthe, grossièrement trigone et pourvu de 5-8 carènes, ainsi que les bractées ♀ entières, sont particulièrement typiques pour cette espèce.

2. L'espèce n'avait été récoltée qu'au Kénia, aux monts Aberdare, à 3 070 et 3 570 m d'altitude.

B. Sous-genre **Chonanthelia** Spruce

4. — Frullania arecae (Spreng.) Gottsche, Kong. Danske Vidensk. Selsk. Skrift., **6**, p. 332, 1867; Demaret et Vanden Berghen, Bull. Jard. Bot. État Bruxelles, **19**, p. 77, 1948.

Syn. : *Frullania ecklonii* (Spreng.) Gottsche et Lindenb. in Gottsche, Lindenb. et Nees, Syn. Hep., p. 413, 1845; Demaret et Vanden Berghen, Bull. Jard. Bot. État Bruxelles, **19**, p. 82, 1948.

Capsule portée par un pédicelle long de 2,5-3,5 mm. *Élatères*, au nombre d'environ 32, longs de 450-550 µ; diamètre 20 µ environ; une seule bande épaissie spiralée, brune, large de 6-10 µ.

Kivu, *Tshibati*, près de Katana, épiphyte sur le tronc d'un *Hagenia*, le long du sentier des chutes de la Lwiro, alt. 2 050 m, 17 mars 1956, Symoens 2301.

Urundi, Muramvya, à environ 7 km à l'W de la localité, épiphyte sur *Hagenia* le long de la route Usumbura-Astrida, alt. 2 200 m, 31 mars 1956, Symoens 2341; id., à la lisière N de la réserve forestière de Bugarama, près du km 52 de la route Usumbura-Astrida, alt. 2 200 m, 31 mars 1956, Symoens 2356; id., épiphyte sur *Eucalyptus* au bord N de la route Usumbura-Astrida, à Bugarama, alt. 2 200 m, 31 mars 1956, Symoens 2373 b; id., épiphyte sur le tronc d'un *Eucalyptus*, vers 30-60 cm de hauteur, en bordure de la route Usumbura-Astrida, vers le km 39, alt. 2 120 m, 1 avril 1956, Symoens 2378 b.

Katanga, Pepa, à 17 km au NE de la localité, épiphyte sur un tronc dans la galerie boisée de la Kanalufuko, à Mushiashia, alt. 2 050 m, 20 juin 1957, Symoens 4250.

Observations. — 1. Nous nous rallions à l'opinion exprimée par L. Clark et R. Svihla, The Bryol., **59**, p. 36, 1956 et considérons *F. arecae* comme une espèce très polymorphe qui englobe *F. ecklonii*.

2. *F. arecae* est une espèce abondante dans les régions montagneuses de l'Est du Congo belge et du Ruanda-Urundi, à des altitudes comprises entre 1 000 et 4 000 m, la plante étant particulièrement fréquente entre 1 800 et 2 800 m.

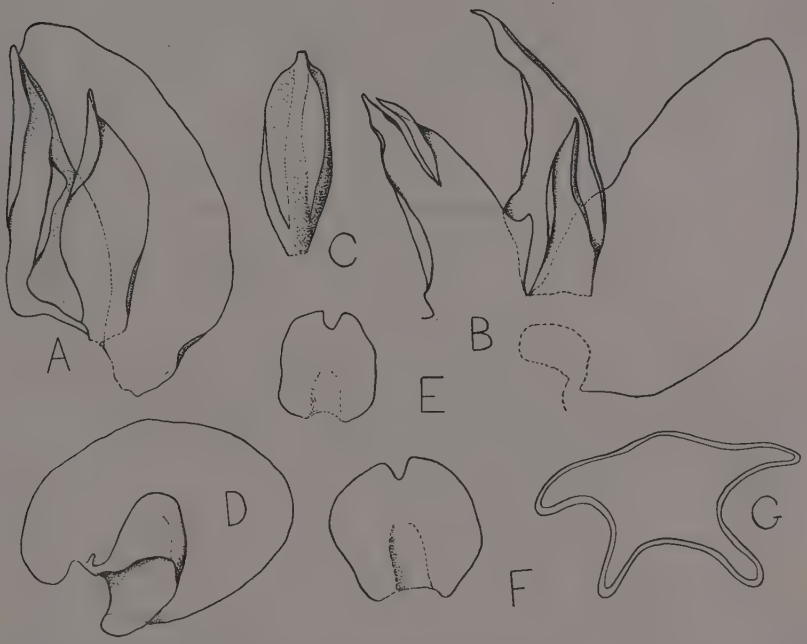


FIG. 6. — *Frullania truncatiloba* STEPH. — A : Bractée ♀ (× 35). — B : Bractée et bractéole ♀ (× 35). — C : Périanthe (× 14). — D : Feuille (× 35). — E et F : Amphigastres (× 35). — G : Coupe transversale dans le périanthe (× 35). (SYMOENS 2357).

5. — **Frullania truncatiloba** STEPH., Sp. Hep., **4**, p. 322, 1910.

Monoïque. *Plante* robuste, formant des gazonnements denses, vert olivâtre à brun chaudron; brins feuillés larges de 1,2-1,6 mm. *Tige* irrégulièrement ramifiée, longue de 2-6 cm; diamètre 150-200 μ. *Feuilles* imbriquées; lobe étalé, concave, débordant la tige dorsalement, subsymétrique, ovale-elliptique, pourvu dorsalement d'un appendice arrondi, arrondi-obtus et habituellement involuté au sommet, à bords entiers, parfois un peu crispés, 560-850 μ × 760-1 200 μ; lobule variable, dressé parallèlement à la tige, typiquement formé d'une partie apicale enflée en un casque globuleux dont un pli de la face ventrale forme un bourrelet semi-circulaire éventuellement prolongé par un rostre,

et d'une partie basilaire longuement soudée au lobe, approximativement de mêmes dimensions que la partie apicale, constituée par une lame foliacée, souvent crispée, prolongement de la face dorsale du casque, 250-350 μ × 450-600 μ; stylet petit, dressé, long d'environ 50 μ. *Cellules foliaires* polygonales, à membranes présentant des trigones plus ou moins noduleux et des épaississements intermédiaires; cellules centrales 15-25 μ × 18-27 μ, marginales 14-18 μ × 15-19 μ, basilaires environ 30 μ × 40 μ; pas d'ocelles; cuticule lisse. *Amphigastres* légèrement imbriqués, grands, de 3-5 fois aussi larges que la tige, largement elliptiques à suborbiculaires, émarginés au sommet, le sinus atteignant le 1/6 de la longueur de l'amphigastre, cordés à la base, à bords entiers, souvent révolutés, à ligne d'insertion arquée, 450-660 μ × 550-720 μ; cellules semblables à celles des lobes foliaires, 14-16 μ × 18-22 μ. *Épi* ♂ au sommet d'un rameau latéral très court, ovoïde ou globuleux, long d'environ 650-700 μ, formé par 3-5 paires de bractées fortement imbriquées, à lobe et lobule subégaux. *Inflorescence* ♀ au sommet d'un rameau plus ou moins allongé. *Bractées* internes variables, étalées-dressées, soudées à la bractéole; lobe ovale-elliptique, concave, obtus au sommet, à bords entiers et plus ou moins ondulés, 660-1 000 μ × 1 500-1 900 μ; lobule triangulaire-lancéolé, parfois paucidenté, habituellement canaliculé ou enroulé en cylindre, 300-700 μ × 1 100-1 400 μ, pourvu d'un stylet triangulaire éventuellement paucidenté, 120-400 μ × 600-1 000 μ. *Bractéole* elliptique, bilobée jusqu'au 1/3 de sa longueur, souvent pourvue d'une dent latérale, à lobes lancéolés et aigus, canaliculés et plus ou moins ondulés-crispés au bord, 400-550 μ × 750-1 200 μ. *Périanthe* longuement exsert, cylindrique, lisse, pourvu de 2 carènes latérales et de 2 carènes ventrales aiguës, 800-1 000 μ × 1 900-2 400 μ; bec cylindrique long de 90-150 μ présentant des papilles internes et aussi parfois des papilles externes (Fig. **6**).

Urundi, Muramvya, à environ 7 km à l'W de la localité, épiphyte sur un tronc à la lisière N de la réserve forestière de Bugarama, près du km 52 de la route Usumbura-Astrida, alt. 2 200 m, 31 mars 1956, Symoens 2357.

En outre : République de Guinée, sans localité, *Pobeguin*, 175 p.p. (Type : G).

Observations. — 1. La plante récoltée par Symoens est en tous points identique au type de *F. truncatiloba*, récolté en Guinée, conservé à Genève.

2. A l'état stérile, *F. truncatiloba* peut être confondu avec *F. arecae*. Les périanthes, par contre, sont nettement distincts. Celui de *F. arecae* est pourvu de 8-10 carènes tandis que le périanthe de *F. truncatiloba* n'en possède que 4.

3. *F. africana* Steph., Hedwigia, **30**, p. 269, 1891, présente une inflorescence paroïque, avec des bractées ♂ placées immédiatement sous une seule paire de bractées ♀ intimement soudées à la bractéole.

C. Sous-genre **Thyopsiella** Spruce

6. — Frullania serrata Gottsche in Gottsche, Lindenb. et Nees, Syn. Hep., p. 453, 1845; Verdoorn, Ann. Bryol., suppl. I, p. 85, 1930.

Ruanda, Shangugu, à environ 30 km à l'E de la localité, épiphyte sur *Erica* dans le marais de Kamiranzovu, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5380 et 5381 a; id., épiphyte sur *Erica*, à la limite de l'*Ericetum* et de la forêt à *Syzygium* sur tourbe, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5392; id., épiphyte sur *Syzygium*, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5393 f.

Observation. — Espèce subcosmopolite, répandue dans les forêts de montagne d'Afrique orientale.

D. Sous-genre **Meteoriopsis** Spruce

7. — Frullania angulata Mitt., Journ. Proc. Linn. Soc., Bot., Londres, **7**, p. 169, 1864; Demaret et Vanden Berghen, Bull. Jard. Bot. État Bruxelles, **20**, p. 5, 1950.

Ruanda, Shangugu, à environ 30 km à l'E de la localité, épiphyte sur *Erica* dans le marais de Kamiranzovu, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5380; id., parmi les racines d'Orchidacées épiphytes, au bord de la forêt envahie par la tourbière, alt. 1 950 m, 8 février 1958, Symoens 5409 a et 5410 a.

Observation. — L'espèce est répandue dans les forêts de montagne de l'Afrique orientale.

XI. - LE GENRE **LOPHOCOLEA** Dum.

Trois espèces de genre *Lophocolea* ont été récoltées par Symoens dans la région péri-tanganyikaise. Leurs caractères distinctifs sont mis en évidence dans la clef publiée par Grolle, Trans. Brit. Bryol. Soc., **3**, p. 583, 1959.

1. — Lophocolea muricata (Lehm.) Nees in Gottsche, Lindenb. et Nees, Syn. Hep., p. 169, 1845; E. W. Jones, Trans. Brit. Bryol. Soc., **2**, p. 178, 1953; Grolle, Trans. Brit. Bryol. Soc., **3**, p. 590, 1959.

Kivu, Uvira, à 8 km à l'W-SW de la localité, épiphyte sur un tronc d'arbre dans un petit ravin, près de Kitala, alt. 2 000 m, 5 janvier 1956, Symoens 2141; Fizi, à environ 48 km au N-NW de la localité, sur un fragment de bambou mort au sol, dans la forêt de bambous en pente forte, à l'W de la route Mwana-Fizi, près de Musamba, alt. 2 300 m, 28 juin 1956, Symoens 2845.

Urundi, Muramvya, à environ 7 km de la localité, épiphyte sur des fougères arborescentes, dans un ravin de la réserve forestière de Bugarama, à l'W de la route Usumbura-Astrida, alt. 2 150 m, 3 avril 1956, Symoens 2391.

Observation. — Espèce montagnarde en Afrique guinéenne, signalée notamment au mont Cameroun et au Ruwenzori ainsi qu'au cap de Bonne-Espérance.

2. — Lophocolea difformis Nees in Gottsche, Lindenb. et Nees, Syn. Hep., p. 166, 1845; Grolle, Trans. Brit. Bryol. Soc., **3**, p. 596, 1959.

Syn. : *Lophocolea molleri* Steph., Bol. Soc. Brot., **4**, p. 173, 1886; E. W. Jones, Trans. Brit. Bryol. Soc., **2**, p. 181, 1953.

Kivu, Uvira, à 8 km à l'W-SW de la localité, épiphyte sur un tronc d'arbre dans un petit ravin, près de Kitala, alt. 2 000 m, 5 janvier 1956, Symoens 2141.

Katanga, Pepa, à 5 km au N de la localité, sur le sol humide, dans la petite galerie boisée de la Lufuko, au pont de la route Baudouinville-Pepa, alt. 1 850 m, 20 juin 1957, Symoens 4209.

Observation. — L'espèce est répandue en Afrique. Elle a été récoltée en Éthiopie, au Cameroun, à Fernando Pô, à Saint-Thomas, au Ruwenzori, au Muhavura, au mont Elgon, au Transvaal, au Natal, au cap de Bonne-Espérance, à la Réunion.

3. — Lophocolea cuspidata (Nees) Limpr. in Cohn, Krypt. Flor. Schlesien, **1**, p. 303, 1876; E. W. Jones, Trans. Brit. Bryol. Soc., **2**, p. 184, 1953; Grolle, Trans. Brit. Bryol. Soc., **3**, p. 597, 1959.

Kivu, Uvira, à 15 km au S-SW de la localité, épiphyte sur un arbre, en lisière de la forêt, près de Luganda, alt. 2 530 m, 4 janvier 1956, Symoens 2073; id., à 60 km à l'W-SW de la localité, sur un gros tronc abattu dans la forêt mélangée de ligneux et de bambous, en bordure de la route Mwana-Fizi, entre Tumungu et Luembo, alt. 2 250 m, 28 juin 1956, Symoens 2838; Tshibati, près de Katana, sur un tronc abattu, le long du sentier des chutes de la Lwiro, alt. 2 050 m, 17 mars 1956, Symoens 2291 a; Fizi, à environ 48 km au N-NW de la localité, épiphyte sur des bambous, près de Musambia, alt. 2 300 m, 28 juin 1956, Symoens 2844.

Urundi, Muramvya, à environ 7 km de la localité, sur le tronc d'un *Hagenia* dans la réserve forestière de Bugarama, alt. 2 200 m, 31 mars 1956. Symoens 2341 et 2356.

Observation. — *L. cuspidata* est une espèce à exigences « océaniques » répandue dans les forêts montagnardes de l'Afrique. Elle a notamment été signalée au mont Cameroun, à Fernando Pô, au Ruwenzori, au Muhavura et au mont Mlanje (Nyassaland). L'espèce existe en Europe occidentale; elle atteint, en direction de l'Est, la Hongrie et la Yougoslavie.

RÉACTIONS HISTOLOGIQUES PROVOQUÉES PAR DES GREFFES, DES DÉCAPITATIONS ET DES INCISIONS

par

J.-L.-A. HOMÈS,

Assistant à l'Université Libre de Bruxelles.

RÉSUMÉ.

Des plantules de *Gossypium hirsutum* L. sont greffées dans l'hypocotyle. L'évolution histologique de la soudure est étudiée. Des blessures constituées, soit par une décapitation totale de l'hypocotyle, soit par une incision profonde, sont effectuées dans des plantules semblables. Les réactions engendrées par ces blessures sont comparées à celles produites par la greffe.

I. — OBJET DE CETTE ÉTUDE.

Nous nous proposons, dans cette étude, de comparer les phénomènes induits dans une plante par le greffage à ceux provoqués par diverses blessures. Nous pensons, en effet, qu'il doit être possible de mieux comprendre les réactions qui suivent une opération de greffe si cette opération peut être décomposée en blessures plus simples.

Les greffes sont effectuées suivant une méthode décrite antérieurement (4). Elles consistent en une section simple oblique dans l'hypocotyle. Le sujet porte-greffe et le greffon sont maintenus fermement en contact à l'aide d'un crêpe de caoutchouc autoadhésif. Afin de réduire la surface d'évaporation du greffon, les cotylédons sont sectionnés à quelques mm de leur point d'insertion (fig. **1**).

Nous avons choisi deux types de blessure qui peuvent s'apparenter à celle produite par la greffe. En premier lieu, nous avons utilisé des plantules déca-

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 75 (1961). — Communication présentée à la séance du 26 mars 1960.

pitées de la même manière que celles qui servent de sujet porte-greffe. La blessure est protégée contre la dessiccation par une couche de vaseline stérile et par un fragment de crêpe de caoutchouc autoadhésif semblable à ceux utilisés pour les greffes (fig. **2**). Le second type de blessure consiste en une incision oblique ascendante. Ces incisions correspondent à celles effectuées pour séparer greffons et porte-greffes, mais elles sont incomplètes (fig. **3**). La partie supérieure de la plante reste attachée à la partie inférieure par un segment équivalent au tiers de l'hypocotyle. Afin de garder un caractère comparatif avec les plantes greffées, les cotylédons sont également sectionnés. Certaines réactions résultant de blessures semblables effectuées sur *Pelargonium zonale* ont déjà fait l'objet d'une étude antérieure (3).

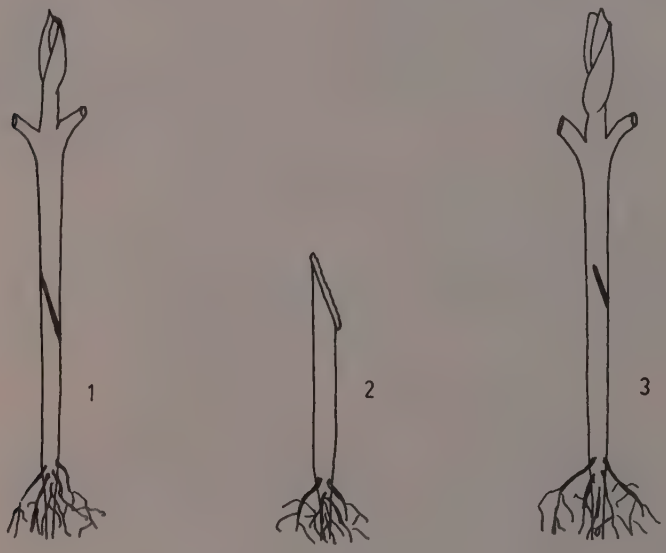


Fig. 1. — Aspect d'une plantule greffée dans l'hypocotyle.

Fig. 2. — Plantule décapitée, correspondant à un sujet porte-greffe. La blessure est protégée par de la vaseline.

Fig. 3. — Plantule partiellement incisée dans l'hypocotyle.

La culture s'est effectuée du 16 mai au 18 juillet 1957, en serre chaude, humidifiée par un arrosage constant. Les plantes sont cultivées dans des bacs de fer non étanches enduits d'un vernis protecteur et contenant du sable siliceux lavé. La nutrition des plantes est assurée par la méthode d'aquiculture dite « à liquide perdu » (2).

Nous avons choisi le même type de matériel végétal que celui utilisé auparavant : *Gossypium hirsutum* L. (variété *Stoneville* 5) (5, 6). Les graines débarrassées de leurs longues fibres sont mises à germer dans des raviers de verre contenant du sable humide et maintenus dans l'obscurité à la température de 25° C. Dès que les graines germent, elles sont repiquées dans les bacs de culture.

Les plantes sont opérées à l'âge de 19 jours et des échantillons sont récoltés 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28, 36 et 44 jours après l'opération.

Les fragments situés dans la zone blessée ou greffée sont fixés au liquide de Navashin modifié par Belling, et coupés au microtome à 10 et 15 μ d'épaisseur, transversalement et longitudinalement. Certaines préparations sont colorées à la safranine-vert solide F C F.

II. — ÉTUDE ANALYTIQUE DES COUPES.

Nous décrivons ici successivement les différents stades des réactions provoquées par les greffes, les sections et les incisions. Dans la région de l'hypocotyle qui nous intéresse, plusieurs éléments secondaires sont déjà différenciés au moment des opérations. Le cylindre central s'accroît en diamètre. Les cellules les plus internes du cortex s'allongent et se divisent radialement. La zone corticale médiane s'écrase et se lyse, la zone externe reste inchangée.

Les greffes sont symbolisées par G, les sections par S et les incisions par I. Le nombre de jours séparant l'opération de la récolte est indiqué par un exposant.

1. Les greffes.

G^2.

Deux jours après l'opération, les partenaires n'adhèrent pas encore entre eux. Les débris des cellules tuées subsistent sur les membranes des cellules vivantes.

Dans le sujet, la réaction est apparemment minime. Les cellules parenchymateuses mises à nu s'arrondissent vers l'extérieur.

Dans le greffon, à proximité de la section, le cambium se décolle du bois secondaire formé avant la greffe. Les cellules parenchymateuses des régions libérienne et péricyclique augmentent de volume et leur noyau se gonfle. Le cambium continue à se diviser.

G^4.

Après quatre jours, les composants de la greffe ne sont pas encore soudés.

Le sujet forme sur la zone cambium-liber un petit bourrelet dans lequel des divisions se produisent. Dans la partie supérieure, le bois secondaire se sépare du cambium.

Dans le greffon, le cambium se divise activement en donnant de nombreuses cellules de petite dimension. De nombreux éléments ligneux se différencient déjà. Ils sont séparés des éléments existant avant la greffe par une ou deux assises de cellules de parenchyme à membranes minces, non lignifiées. Ces dernières sont des cellules dérivées du cambium, dont la différenciation a été empêchée par la blessure. Dans le bas du greffon, le cambium se décolle du bois secondaire. Le greffon ne forme pas de bourrelet à la surface de la blessure. Cependant, les parenchymes libériens augmentent de volume.

G^6.

Le sixième jour, les deux parties adhèrent. Des cellules de parenchyme sont en contact.

Le sujet forme un gros cal. Dans celui-ci, des cordons vasculaires n'atteignant pas encore le greffon, se différencient. Ils se forment à la partie supérieure et à la partie inférieure de la section.

Dans le greffon, apparaissent de nouveaux éléments ligneux décalés. Il ne se forme pas de cal.

G^8.

Huit jours après la greffe, les parenchymes néoformés par les deux parties sont en étroit contact.

Le sujet forme un gros bourrelet. A proximité de la section, quelques éléments secondaires décalés se sont formés. S'appuyant sur ceux-ci, des cordons vasculaires se différencient. Il n'y a pas encore de pont vasculaire entre le sujet et le scion.

Le greffon ne forme guère de cal. Son cambium se divise activement et est à l'origine de nouveaux éléments vasculaires décalés. Près de la section, le cambium se décolle légèrement du bois formé avant la greffe.

G^{10}.

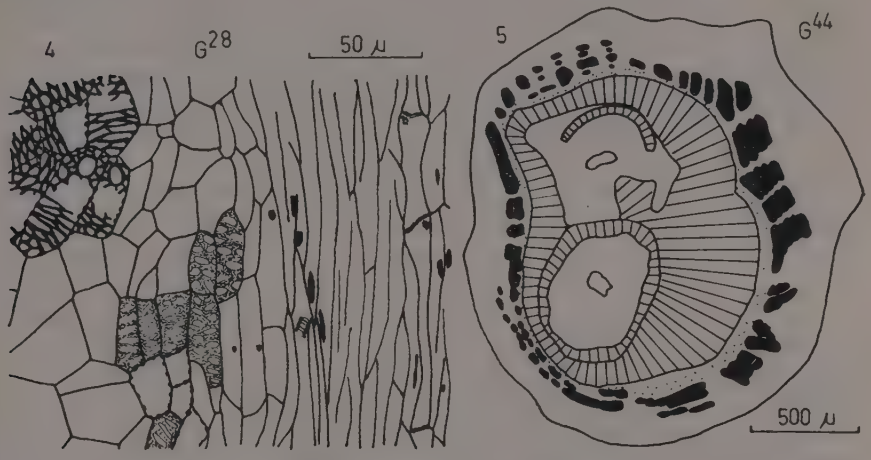
Le dixième jour. des contacts vasculaires élémentaires s'établissent dans la moitié inférieure de la greffe. Des cellules du callus se divisent tangentiellement et forment des cordons procambiaux entre les partenaires. Le callus formé par le sujet est beaucoup plus volumineux que celui formé par le greffon.

G^{12}.

Douze jours après l'opération, des ponts vasculaires assurent les communications entre sujet et greffon. Le callus produit par le sujet se développe encore et remplit les espaces vides entre sujet et greffon. Il y a des éléments vasculaires dans le cortex de la partie inférieure du greffon en liaison avec les éléments décalés néoformés.

G^{16}.

Les ponts de trachéides se différencient surtout à la base de la greffe. Il s'en forme aussi au sommet. Les éléments secondaires néoformés sont assez nombreux dans le greffon. Dans le sujet, ils sont plus rares et localisés près de la section. Des formations libéro-ligneuses aveugles se différencient dans le cortex interne à l'extrémité inférieure du greffon.



FIGURES 4 et 5 : GREFFE.

FIG. 4. — Structure d'un cal de soudure 28 jours après la greffe. On reconnaît à gauche, les premières trachéides différenciées. Plus au centre, des éléments ligneux primaires. A droite de ceux-ci, des cellules de la zone génératrice libéro-ligneuse, plus longues, sont en division. A l'extrême droite, on peut reconnaître un tube criblé.

FIG. 5. — Etat général de la soudure après 44 jours. La moitié supérieure de la coupe est le greffon, l'inférieure est le porte-greffe. Le xylème existant avant l'opération est encore visible. Le xylème néoformé est beaucoup plus abondant. La soudure ayant débuté à droite, ce côté est plus épaissi.

En noir : fibres du péricycle et du phloème. En pointillé : phloème. En hachuré : xylème.

G^{20}.

La soudure s'améliore. Les tractus vasculaires sont plus larges. Des éléments primaires y sont différenciés ainsi qu'un cambium. Les derniers éléments vasculaires formés par le cambium des sujets et des greffons ont un calibre plus important que celui des éléments différenciés immédiatement après la greffe. Le callus du sujet remplit les espaces vides dans les régions médullaires et corticales. Le greffon ne développe pratiquement pas de callus; des éléments conducteurs se différencient dans son cortex à la partie inférieure.

G^{21}.

Le callus formé surtout par le sujet continue à se développer. Les tractus conducteurs sont de plus en plus importants surtout dans la partie inférieure.

G^{28}.

Le vingt-huitième jour, la soudure est réalisée sur toute la surface de la section. Le long des ponts vasculaires qui réunissent les deux parties, un cambium s'est différencié. Celui-ci est constitué de cellules longues et étroites qui se divisent activement (fig. **4**). Il résulte de l'allongement des cellules procambiales primitivement différenciées. Dans le cal de soudure, il est à l'origine de nouveaux éléments de bois et de liber. Les plaques criblées sont bien visibles (fig. **4**). Ce nouveau cambium relie entre eux les anciens cambiums des sujets et des greffons. L'unité étant rétablie, les éléments nouveaux se différencient synchroniquement tout autour de la nouvelle tige résultant de la greffe. Cependant, le cambium n'est pas encore rétabli sur toute la section.

G^{36}.

Le cal envahit la cavité médullaire et les différenciations conductrices se poursuivent.

G^{44}.

Les partenaires de la greffe se sont parfaitement soudés. La liaison cambiale est quasi parfaite, surtout dans la partie inférieure de la section. Le cambium traverse maintenant le cal de soudure en ligne droite. La continuité des cambiums du sujet et du greffon est définitivement rétablie. La soudure a débuté d'un côté de la section. A cet endroit, l'épaisseur du bois formé depuis l'opération est quatre fois plus grande que celle formée sur l'autre face. Le développement est donc excentrique, comme d'autres auteurs l'ont aussi constaté (1). Le bois secondaire contient beaucoup de parenchyme ligneux. Dans ce parenchyme, de nombreux grains d'amidon se sont accumulés (fig. **5**).

2. Les sections de l'hypocotyle.

S^2.

Quarante-huit heures après l'opération, on voit encore les membranes des cellules tuées. Certaines sont en place, dressées sur les cellules intactes, d'autres se sont affaissées. On observe peu de réactions dans les cellules vivantes. Dans la partie supérieure de la section, on voit dans les régions cambiale et péricyclique, près de la surface de section, quelques cellules qui grossissent légèrement et dont le noyau est bien visible.

S^4.

La réaction des cellules du parenchyme est bien apparente. Dans la partie externe de la moelle, le cambium, le liber, le péricycle et la partie interne du cortex, les cellules parenchymateuses augmentent de volume, leurs noyaux se préparent à la division. Quelques divisions ont déjà eu lieu et il se forme un petit callus (fig. **6**). Même les cellules épidermiques et sous-épidermiques augmentent de volume.

S^6.

Un callus se développe à partir des cellules parenchymateuses de la région comprise entre la moelle externe et le cortex interne. Ce callus est plus développé à l'extrémité supérieure du moignon d'hypocotyle.

S^8.

Le callus parenchymateux continue lentement à se développer à partir de la même région. Quelques divisions observées dans la partie périphérique du cortex préparent la formation d'un périderme.

S^{10}.

Le bourrelet est plus proéminent, surtout dans la partie supérieure de la section. Il dérive principalement de la zone cambium-liber. Les parenchymes adjacents réagissent aussi, mais les divisions y sont peu nombreuses (fig. **7**). Les cellules cambiales et leurs dérivés semblent encore se diviser dans la région supérieure, mais il ne se différencie plus d'éléments conducteurs.

S^{12}.

Peu de changements sont visibles; la croissance du cal est extrêmement lente.

S^{16}.

Le bourrelet est un peu plus développé que précédemment. Ce sont les deux tiers supérieurs de la section qui ont proliféré le plus. Dans l'extrémité supérieure, le cambium forme des files de cellules qui restent parenchymateuses (fig. **8**).

S^{20}.

Quelques éléments ligneux se sont différenciés dans le callus après vingt jours (fig. **9**). Ils forment une sorte de sphère creuse dans laquelle des éléments analogues au phloème se différencient.

S^{24}.

Le bourrelet ne se développe plus. D'un côté de la section, le cambium s'est légèrement décollé du bois existant avant l'opération. A cet endroit, dans le callus, un ou deux éléments de xylème se sont différenciés. Il en est de même dans le sommet du callus (fig. **10**).

S^{28}.

Quelques éléments ligneux se sont différenciés dans le bourrelet situé à la partie inférieure de la section. Des thyles pénètrent dans les vaisseaux (fig. **11**). Le bourrelet ne se développe plus.

S^{36}.

Le cal n'évolue plus. Le sommet de la section meurt et les cellules se sont affaissées.

3. Les incisions dans l'hypocotyle.

Pour clarifier l'exposé, nous appellerons pseudogreffon la partie située au-dessus de l'incision, et pseudosujet celle située sous l'incision (fig. **3**).

I^{2}.

Deux jours après l'exécution d'une incision oblique ascendante, les tissus ne montrent pas encore de réaction bien nette.

FIGURES 6 à 11 : DÉCAPITATION.

Fig. 6. — Coupe transversale d'un hypocotyle décapité depuis 4 jours. La région libérienne a commencé à proliférer et une légère protubérance se forme.

Fig. 7. — Bourrelet se développant à partir du phloème 10 jours après la décapitation d'un hypocotyle.

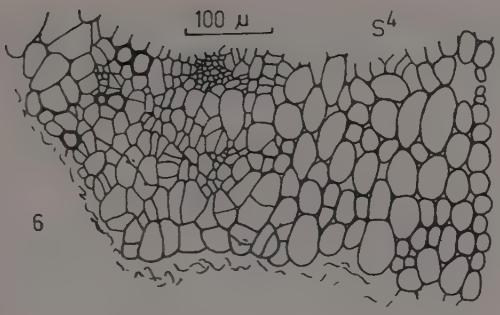
Fig. 8. — Développement d'un cal après 16 jours.

Fig. 9. — Différenciation d'un nodule cribro-vasculaire dans un cal formé sur un hypocotyle décapité depuis 20 jours. Ce nodule est constitué de trachéides à la périphérie et intérieurement d'éléments semblables au phloème. (Cellules tanifères en pointillé).

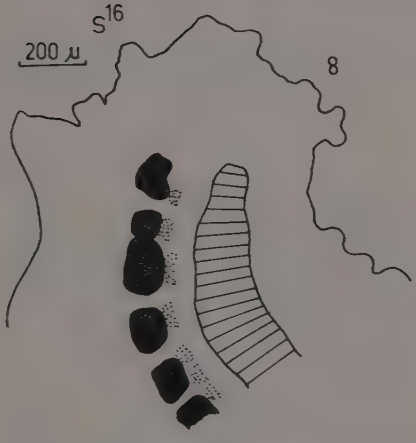
Fig. 10. — Coupe transversale dans la région décapitée depuis 24 jours. La prolifération du bourrelet est très lente.

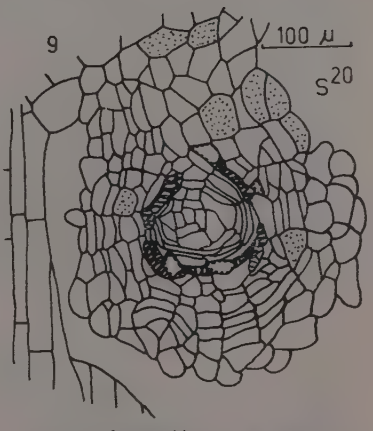
Fig. 11. — Obturation des vaisseaux primaires par des thyles, 28 jours après la décapitation.

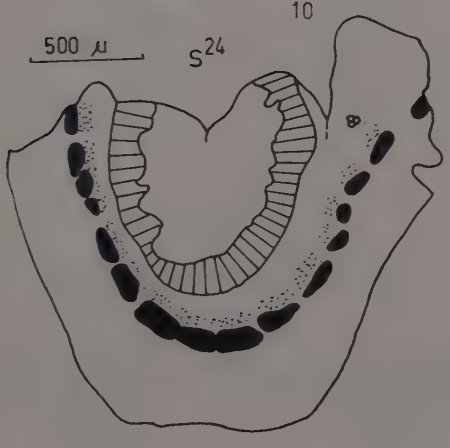
En noir : fibres du péricycle et du phloème. En pointillé : phloème. En hachuré : xylème.

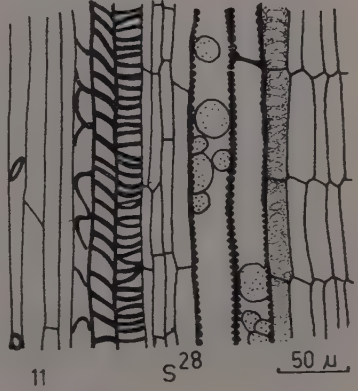

100 µ
S4
6

S10
200 µ
7


S16
200 µ
8


9
100 µ
S20


10
500 µ
S24


11
S28
50 µ

Dans la partie inférieure du pseudosujet, dans la région où l'incision n'entame que le cortex et le péricycle, on observe un léger accroissement en volume des cellules du parenchyme libérien et une activité cambiale un peu plus marquée.

I^4.

Après quatre jours, les lèvres de la blessure sont toujours séparées.

Le pseudosujet forme à partir du parenchyme libérien un très petit cal dans la partie inférieure de la section. Quelques éléments secondaires se sont différenciés après l'opération, et près de la blessure ils sont séparés des anciens par une ou deux cellules de parenchyme. Plus haut, il n'y a pas de réaction visible.

Dans le bas du pseudogreffon, on observe dans le cortex interne quelques divisions tangentielles. Le cambium est en division et forme de nouveaux éléments conducteurs décalés des anciens par des cellules restées parenchymateuses (fig. **12**).

I^6.

Les deux lèvres sont ici en contact en certains points.

Dans le bas du pseudosujet, l'accroissement en volume des parenchymes libériens écrase les tubes criblés. Quelques éléments secondaires décalés apparaissent près des bords de la blessure. Au contact de ces éléments ligneux, quelques cellules du cal du pseudosujet se différencient en trachéides.

FIGURES 12 à 17 : INCISION DANS L'HYPOCOTYLE

PS : pseudosujet; PG : pseudogreffon.

Fig. 12. — Coupe transversale dans la région incisée depuis 4 jours. Il n'y a pas de soudure mais de nouveaux éléments ligneux sont différenciés dans le pseudogreffon.

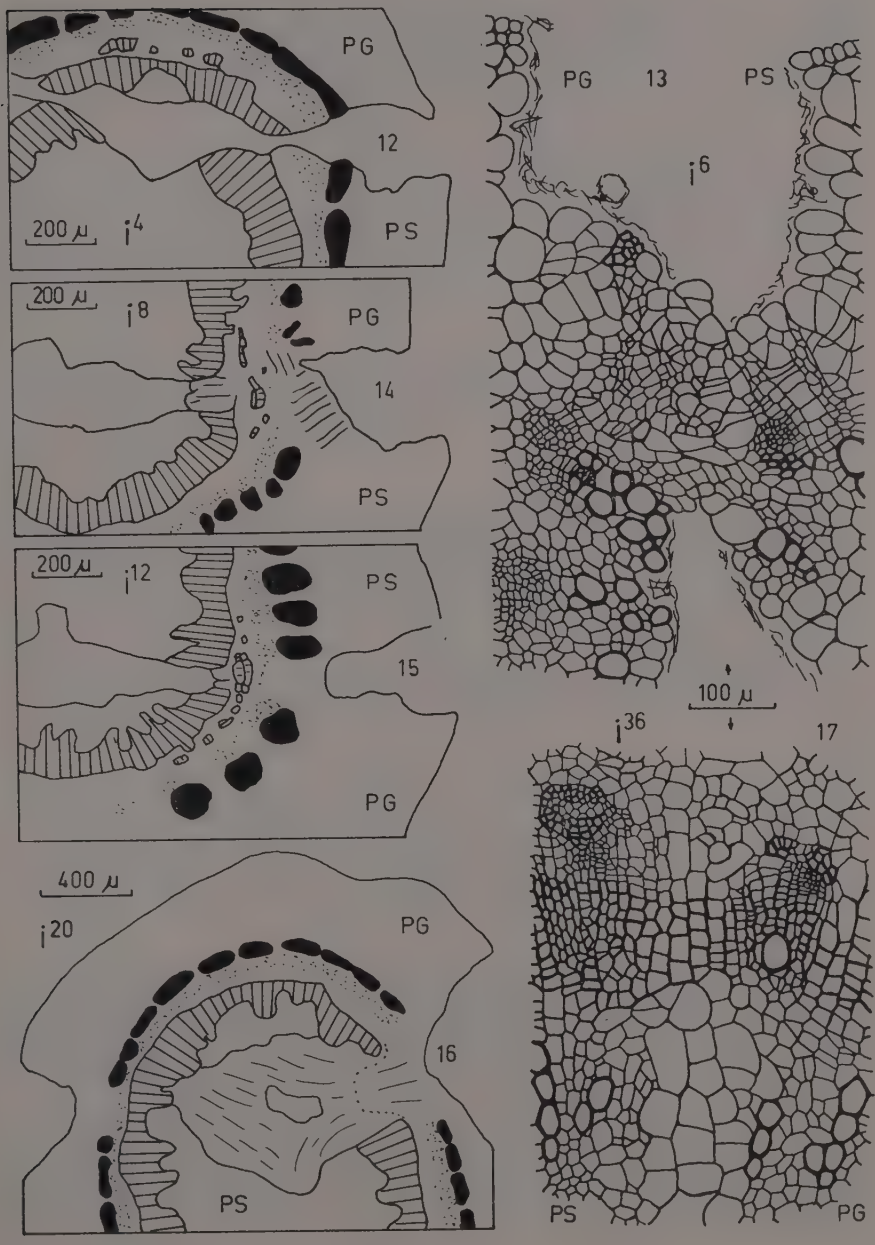
Fig. 13. — Premier contact entre parenchymes au niveau du phloème. On reconnait les anciens éléments ligneux (en files) et les éléments néoformés décalés, plus petits.

Fig. 14. — Premier pont vasculaire reliant les deux lèvres de la blessure. Le cal est issu des tissus compris entre le phloème et le cortex interne.

Fig. 15. — Ponts de trachéides 12 jours après l'opération. Le cal de soudure reste très étroit.

Fig. 16. — Un cambium s'est différencié d'un côté et fonctionne déjà. A droite, un cordon procambial se différencie. La cavité médullaire s'oblitère par le cal, la moelle ne réagissant pas.

Fig. 17. — Soudure au niveau du cylindre conducteur. Les deux lèvres sont à gauche et à droite, le cal au centre. Dans la moitié inférieure : xylème existant avant l'opération; dans la moitié supérieure : xylème néoformé où s'est opéré le contact vasculaire.


PG
12
200 µ
¡4
PS
200 µ
¡8
PG
14
PS
200 µ
¡12
PS
15
PG
400 µ
¡20
PG
16
PS
PG
13
PS
¡6
100 µ
¡36
17
PS
PG

La zone corticale interne située à l'extrémité inférieure du pseudogreffon est le siège de nombreuses divisions tangentielles. L'activité cambiale est plus importante que celle du pseudosujet et des éléments conducteurs néoformés se différencient. Le cal est plus épais (fig. **13**).

I^{8}.

Le huitième jour, les parenchymes des callus sont soudés presque partout. En certains points, situés surtout dans le haut de la blessure, des tractus vasculaires joignent les systèmes conducteurs de part et d'autre de la blessure.

Le pseudosujet forme un cal sur la zone cambium-liber et les nouveaux éléments conducteurs proches de la blessure, mais encore peu nombreux, sont « décalés ».

Le pseudogreffon forme également un cal. Son activité cambiale est plus importante que celle du pseudosujet, et plusieurs éléments néoformés sont différenciés. Il y en a dans tout le segment dans la partie inférieure, et sur les côté proches de la section dans la partie supérieure (fig. **14**).

I^{10}.

Les deux lèvres de l'incision sont réunies par des cellules de parenchyme. Le callus de soudure relie uniquement les parties du cylindre central extérieures au bois secondaire. Le cal est peu épais (3-5 cellules). Dans la partie supérieure et dans la partie médiane de l'incision, quelques ponts vasculaires sont différenciés. Ils sont constitués de trachéides irrégulières. La blessure a provoqué peu de perturbation dans le pseudosujet.

Dans l'extrême pointe du pseudogreffon, constituée uniquement de parenchyme cortical, les cellules se divisent tangentiellement.

I^{12}.

La soudure des parenchymes est bonne. Des ponts vasculaires peu importants existent sur toute la longueur de la soudure (fig. **15**).

La prolifération engendrée par le pseudosujet est peu importante.

Il en est de même dans le pseudogreffon. On y remarque toutefois l'activité de la région corticale inférieure où seul l'épiderme ne réagit pas.

I^{16}.

Le cal des cellules parenchymateuses issues de la région comprise entre le cambium et le cortex interne est bien uni. La moelle ne réagit quasi pas. Dans la région inférieure, la continuité vasculaire se rétablit entre les éléments conducteurs néoformés. Plus haut, la soudure vasculaire est plus irrégulière.

La structure du pseudogreffon est peu affectée par la blessure.

Par contre, le pseudosujet montre une réaction plus importante surtout dans sa partie inférieure.

I^{20}.

La soudure est excellente. Au point de vue vasculaire, outre de nombreux tractus, on observe d'un côté le rétablissement d'un cambium normal entre les deux lèvres (fig. **16**).

Le pseudosujet réagit pour former un cal à partir de la région cambium-péricycle. Le cal de soudure s'étend entre les régions qui ne réagissent pas : la moelle et le cortex externe. La moelle périphérique réagit un peu. Dans la partie inférieure du cortex du pseudogreffon, les cellules issues de divisions tangentielles ont donné naissance à des éléments conducteurs toujours aveugles vers le bas mais qui, un peu plus haut, sont en communication vasculaire avec le pseudosujet.

I^{24}.

La qualité de la soudure s'améliore; des éléments vasculaires de plus en plus nombreux joignent les deux parties. Dans certaines régions, un cambium fonctionne dans le cal de jonction.

I^{28}.

Le cal s'est développé encore un peu, non pas en épaisseur mais latéralement, et envahit peu à peu la cavité médullaire. La continuité cambiale est rétablie, mais il y a peu d'éléments conducteurs différenciés dans le cal.

I^{36}.

La soudure est à présent parfaitement achevée; la cavité médullaire est oblitérée par le cal. Le cambium fonctionne normalement sur tout le pourtour de l'hypocotyle (fig. **17**). Peu d'éléments de vaisseaux sont formés au travers du cal.

I^{44}.

La croissance se poursuit normalement. La trace laissée par l'incision est à peine visible.

III. — DISCUSSION.

Les observations sur l'évolution de la soudure de la greffe nous ont permis de confirmer et de préciser la description de ce phénomène.

Les réactions du sujet et du greffon sont à peine décelables deux jours après l'opération.

Le quatrième jour, l'annonce de deux phénomènes se dessine (fig. **18**) :

1. Le sujet commence à former un callus qui assurera le contact entre les partenaires en se développant.

2. Dans le greffon, le cambium continue à fonctionner. Les cellules auxquelles il a donné naissance peu avant le greffage, ont amorcé leur différen-

ciation, mais pour autant que l'on puisse en juger, elles ne l'achèveront jamais. De nouveaux éléments de petit calibre se forment dans le greffon, avant même qu'il ne soit soudé au sujet.

L'adhérence préparatoire à la soudure entre les composants de la greffe ne se produit qu'après six jours. A ce moment déjà, des cordons vasculaires sont établis dans le callus du sujet.

Les premiers ponts vasculaires apparaissent le dixième jour (fig. **19**). Ils sont constitués par la différenciation des cellules parenchymateuses du callus en trachéides réticulées, présentant souvent des perforations rondes. Ces dernières forment alors une sorte de courte chaîne d'éléments fort irréguliers qui fonctionnent comme des éléments de vaisseau.

Ensuite, les ponts vasculaires se multiplient et deviennent plus larges.

Quatre semaines après la greffe, le nouveau cambium qui s'est différencié dans les cordons conducteurs unit les cambiums des partenaires. Il est constitué de cellules étroites et allongées. Son développement se déroule de la manière suivante. A côté des premières trachéides différenciées, les cellules du callus se cloisonnent parallèlement à la direction des cordons ébauchés. Les cellules-filles qui résultent de ces cloisonnements forment une espèce de procambium dans lequel se différencient des éléments conducteurs de nature primaire (fig. **20**). Ces éléments ne subiront évidemment aucun allongement. Les cellules médianes du procambium s'allongent et finissent par constituer le nouveau cambium. Elles se divisent longitudinalement et sont à l'origine des éléments secondaires qui relient sujet et greffon (fig. **21**). Quand le nou-

→

FIGURES 18 à 23. : ÉVOLUTION SCHÉMATIQUE D'UNE GREFFE, D'UNE DÉCAPITATION ET D'UNE INCISION :

a : cortex; b : fibres péricycliques (ou du phloème primaire); c : phloème; d : xylème néoformé depuis l'opération; e : xylème non différencié par suite du traumatisme; f : xylème antérieur à l'opération; g : moelle.

Fig. 18. — Un cal se développe sur la région cambium-péricycle dans le sujet, cambium-cortex interne dans le greffon. De nouveaux éléments de xylème se différencient (d); ils sont séparés des anciens (f) par des éléments non lignifiés (e). Dans le cal du sujet, des trachéides se différencient.

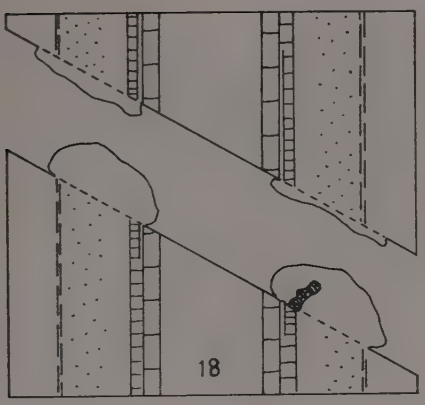
Fig. 19. — La soudure s'opère entre les cals, et un pont de trachéides s'établit entre les xylèmes néoformés.

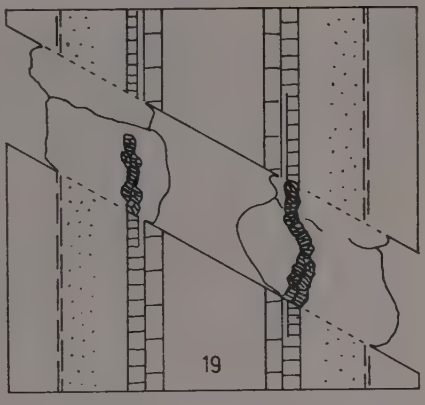
Fig. 20. — Différenciation d'un cordon procambial le long d'un pont de trachéides.

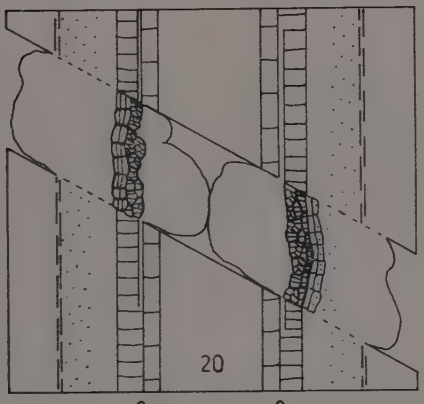
Fig. 21. — Des éléments primaires se sont différenciés, et un cambium relie les partenaires.

Fig. 22. — Représentation schématique d'un hypocotyle décapité. Le cal est peu développé. Quelques différenciations de nodules vasculaires peuvent s'y produire.

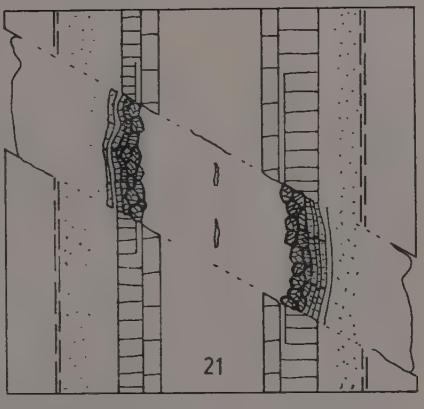
Fig. 23. — Rétablissement vasculaire après une incision partielle. Le phénomène est similaire à la greffe mais est moins complexe.

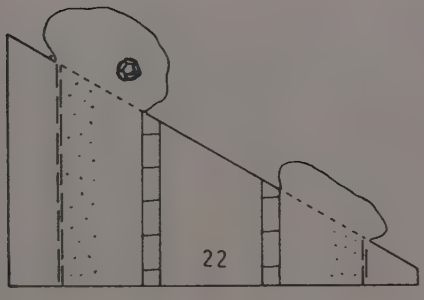


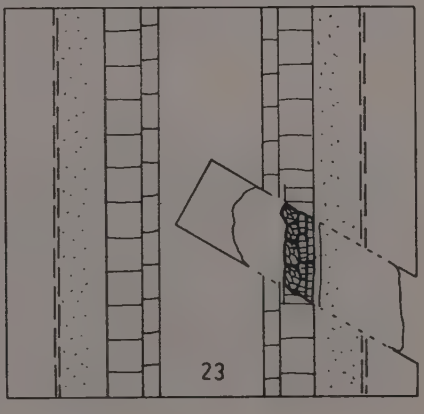




a b c d e f g f e d c b a







veau cambium fonctionne normalement, il constitue, avec le cambium des deux partenaires, une seule unité cambiale dans laquelle tous les phénomènes de divisions et de différenciation sont synchronisés. La tige reprend généralement sa forme cylindrique bien que la croissance soit souvent excentrique. En effet, si la soudure commence à se réaliser d'un côté de la greffe, le cambium entre plus rapidement en activité et la couche de tissus secondaires qu'il forme en cet endroit est plus épaisse.

De plus, nous avons observé un phénomène curieux dans le greffon : dans sa partie la plus inférieure, c'est-à-dire là où il ne reste que la partie périphérique du cylindre central et le cortex, et même lorsqu'il n'y a plus que du cortex, on constate que celui-ci subit, dans sa partie interne, de nombreuses divisions parallèles. Il résulte des cellules ainsi formées des éléments cribro-vasculaires et un cambium qui sont différenciés dans le cortex. Ces éléments sont en relation au travers du péricycle avec ceux du cylindre central.

* * *

Lorsque l'on sectionne simplement l'hypocotyle sans lui adjoindre un greffon, les premières réactions perceptibles sont semblables à celles du sujet greffé. Sur la partie externe du cylindre central, il se forme un callus parenchymateux qui se développe pendant une douzaine de jours. Son développement est cependant très lent. Ce callus ne contient aucune différenciation cellulaire alors que dans les sujets greffés on trouve déjà des cordons vasculaires après six jours. Après trois semaines seulement, quelques rares cellules du callus sont différenciées en trachéides (fig. **22**). Deux semaines plus tard, aucune évolution ne s'est produite dans la structure du callus. Finalement, l'hypocotyle meurt et se dessèche à partir du sommet.

Si l'on compare ce qui se passe dans une greffe avec ce qui se produit dans un sujet isolé, on constate que la présence du greffon induit la formation de cordons vasculaires dans le callus du sujet et la reprise de l'activité cambiale dans le sujet près de la surface de section.

* * *

La blessure résultant d'une incision oblique ascendante, se cicatrise selon un processus qui rappelle la greffe. La situation est cependant un peu différente. Entre les régions supérieures et inférieures existe encore une partie fonctionnelle du système conducteur. Les tissus de même nature des deux lèvres de la blessure restent parfaitement opposés les uns aux autres.

Les parenchymes superficiels situés entre le cortex interne et le cambium se divisent et forment un callus qui est très mince si on le compare à celui qui est formé lors d'une greffe.

Après une dizaine de jours, comme pour les plantes greffées, quelques ponts vasculaires se différencient.

De même, après quatre semaines, un cambium est reconstitué dans le callus et la croissance secondaire normale est rétablie (fig. **23**).

Tout comme chez la greffe, les ponts vasculaires ne relient que les éléments secondaires formés après l'opération. Le pseudogreffon ne présente pas, comme le vrai greffon, une abondante formation de petits éléments vasculaires néoformés sur tout le pourtour de l'hypocotyle. Ces éléments, peu nombreux, n'apparaissent qu'à proximité de la surface de section.

En fin d'expérience, le cylindre vasculaire est parfaitement régulier, il est à peine plus épais au niveau de la zone de jonction.

Les perturbations apportées par l'incision sont beaucoup moins importantes que celles provoquées par la greffe. La soudure est plus régulière et s'effectue au travers d'un bourrelet plus mince.

IV. — CONCLUSIONS.

Les observations portant sur l'étude de la soudure d'une greffe nous ont permis de confirmer la description que nous avons déjà donnée de ce phénomène (6). Les prélèvements ont été effectués toutefois pendant une période plus longue et nous avons pu observer le rétablissement complet de la continuité cambiale au travers du callus de jonction. Le fonctionnement de ce cambium, synchronisé avec les cambiums des partenaires, assure la formation régulière et concentrique de nouveaux éléments conducteurs.

En ce qui concerne la décapitation de l'hypocotyle, nous avons constaté que si le cambium peut encore se diviser pendant quelque temps, surtout dans la partie supérieure de la blessure, il ne se différencie plus d'éléments conducteurs. Sur la surface de section, il se développe un callus qui ne croît que très lentement et dans lequel ne se produisent que localement et exceptionnellement en fin de période quelques différenciations libéro-ligneuses. Ceci nous amène à penser que les différenciations qui se produisent dans le sujet et, en particulier, dans le cal de jonction, sont induites par la présence du greffon.

La cicatrisation d'une incision ascendante et le rétablissement des connexions vasculaires s'effectuent sur le même rythme que dans les plantes greffées. Les réactions sont cependant moins complexes, les tissus étant notamment parfaitement face à face. La réorganisation cambiale n'est pas aussi profonde. Seules quelques cellules proches de la blessure se modifient dans le même sens que celui observé dans les cambiums des plantes greffées et, en particulier, des greffons. Ici aussi, le phénomène est plus marqué dans la partie supérieure ou pseudogreffon.

Un petit nombre de cellules issues de la face interne du cambium avant le traumatisme et proches de l'incision, sont arrêtées dans leur différenciation et ne se lignifient pas. Le cal formé est très mince et il suffit de la différenciation de quelques trachéides pour assurer une liaison vasculaire. Il y a for-

mation d'un cambium dont le fonctionnement assure la croissance normale de la plante cicatrisée.

La comparaison entre les phénomènes qui se produisent lors de la cicatrisation d'une incision et ceux qui se déroulent dans une greffe, semble indiquer que la réorganisation cambiale si marquée dans le greffon est due à la suppression totale des relations entre les feuilles et les racines. Si une partie du système conducteur reste intacte, les réactions sont plus simples et limitées à la surface même de la blessure, mais elles restent fondamentalement les mêmes.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Bradford, F. C. et Sitton, B. G. — Defective graft unions in the Apple and the Pear. *Agr. Exp. Stat. Michigan Techn. Bull.*, n° 99 (1929).
2. Homès, M. V., Ansiaux, J. R. et Van Schoor, G. — L'Aquiculture, 2e éd., Bruxelles (1953).
3. Homès, J. — Observation sur la cicatrisation chez *Pelargonium zonale*, *Acad. roy. Belg., Bull. Cl. Sc.* 5, XLII : 73-82 (1956).
4. Homès, J. — Une amélioration dans la technique du greffage, *Bull. Agric. Congo belge*, XLVIII, 4 : 883-888 (1957).
5. Homès, J. — Contribution à l'étude histologique de la greffe de *Gossypium hirsutum* L., *C. R. Soc. Biol.*, CLII, 7 : 1205-1208 (1958).
6. Homès, J. — Étude histologique de la greffe de *Gossypium hirsutum* L., *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, **92** : 11-32 (1960).

Laboratoire de Morphologie
et de Cytologie végétales,
Faculté des Sciences,
Université Libre de Bruxelles.

LES BOSQUETS XÉROPHILES DU BUGESERA (RUANDA)

par

L. LIBEN

Le cadre géographique.

Le Bugesera est une région naturelle du Ruanda oriental délimitée par les rivières Akanyaru et Nyarawongo, les lacs Mugesera, Rugwero et Tshohoha sud, formant approximativement un carré situé entre les parallèles de 2° et 2°30′ S., et les méridiens de 30° et 30°30′ E.

Il s'agit d'une zone affaissée, d'une altitude moyenne variant entre 1 300 et 1 500 m.

Les rebords de la cuvette atteignent une altitude de 1 600 m, les crêtes étant couvertes de lithosols granitiques ou latéritiques. Le centre est constitué de collines arrondies, recouvertes de dépôts colluvionnaires et entrecoupées de vallées sèches à sol gris, argileux et relativement salin.

Le climat.

Le climat est, suivant la classification de Köppen, du type Aw_3. La région est influencée, durant toute l'année, par l'alizé du S.-E.

Nous ne disposons que de données tout à fait fragmentaires concernant le climat local : pour la période allant d'octobre 1953 à mai 1954, le total des précipitations atteignait 575 mm à Nemba (à peu de distance à l'ouest du lac Rugwero), alors que durant cette période il était de 585,2 mm à Kakitumba, à l'extrême nord du Ruanda. Nous basant sur les similitudes de végétation, nous pouvons penser que le total annuel n'atteint pas 900 mm au Bugesera. Il est en effet de l'ordre de 850-900 mm à Kakitumba (Ruanda) et à Mbarara (Uganda), régions couvertes d'une végétation fort semblable.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 93 (1961). — Communication présentée à la séance du 26 mars 1960.

La saison sèche dure environ 110 jours, de la fin mai à la mi-septembre.

La moyenne annuelle de la température moyenne journalière a été de 20,6° C à Gabiro pour l'année 1956. Cette même année, les températures maximale absolue et minimale absolue ont été respectivement de 31° et 11,8° C, chiffres comparables à ceux que l'on a enregistrés au Bugesera en 1953-1954. Les caractères climatiques du Bugesera sont donc analogues à ceux des autres régions orientales du Congo belge et du Ruanda-Urundi où abondent les bosquets xérophiles : précipitations annuelles ne dépassant guère 1 000 mm et restant généralement bien en deçà, saison sèche bien marquée, température moyenne annuelle de l'ordre de 20-25° C, avec des températures maximales absolues atteignant 36-37° C et des températures minimales absolues de 12-14° C environ.

Les types de végétation.

Au point de vue chorologique, Lebrun (1956) situe le Bugesera dans le secteur des lacs Édouard et Kivu, district des Kagera-Bugesera.

A première vue, la végétation semble constituée de deux formations végétales dominantes : savanes densement arbustives couvrant les collines, savanes herbeuses occupant les vallées sèches. A y regarder de plus près, on peut reconnaître cinq grands types de végétation :

1. Les forêts claires à *Acacia* sur sols alluvionnaires.
2. Les savanes arbustives.
3. Les savanes herbeuses, comprenant deux associations principales : l'association à *Bothriochloa insculpta* et *Themeda triandra,* propre aux vallées sèches, et l'association à *Loudetia simplex* et *Heteropogon contortus,* occupant les collines et les plateaux.
4. Les pelouses xériques à *Brachiaria dictyoneura* et *B. eminii.*
5. Les bosquets et forêts sclérophylles.

Cette division purement physionomique ne suffit nullement à mettre en évidence, même en gros, les caractères écologiques de la végétation. Certaines précisions d'ordre phytosociologique sont nécessaires à cet effet; en ce qui concerne les savanes arbustives, nous distinguerons deux types. Tout d'abord, les authentiques savanes arbustives à *Brachiaria platynota* et *Combretum binderianum :* le couvert assuré par cet arbuste est suffisant pour éliminer de la strate herbacée certaines espèces très nettement héliophiles telles que *Loudetia simplex* Hubb. Il existe ici, entre les diverses strates composant le groupement, des liens d'interdépendance. Il n'en va plus de même dans le second type représenté par ce que nous avons appelé (Liben, 1956) le groupement à *Loudetia simplex* et *Pappea ugandensis.* Nous retrouvons, dans ce cas, un état de choses analysé par Lebrun (1955) : il s'agit de la superposition de deux strates indépendantes l'une de l'autre. Dans le cas qui nous occupe, nous considérons la strate arbustive comme superposée à l'association herbeuse à *Loudetia simplex* et *Heteropogon contortus,* ou à l'une de ses variantes.

Les bosquets xérophiles, quant à eux, se superposent à tous les types de végétation cités ci-dessus, mais ils s'installent cependant plus difficilement dans les forêts claires et les authentiques savanes arbustives: leur habitat d'élection est constitué par les pelouses xériques à *Brachiaria*. L'étude détaillée de la formation de ces bosquets nous en fera comprendre la raison. Dans les paysages où ils sont le plus fréquents, quelques dénombrements ont montré qu'on peut estimer à 10-15 le nombre moyen de bosquets par hectare.

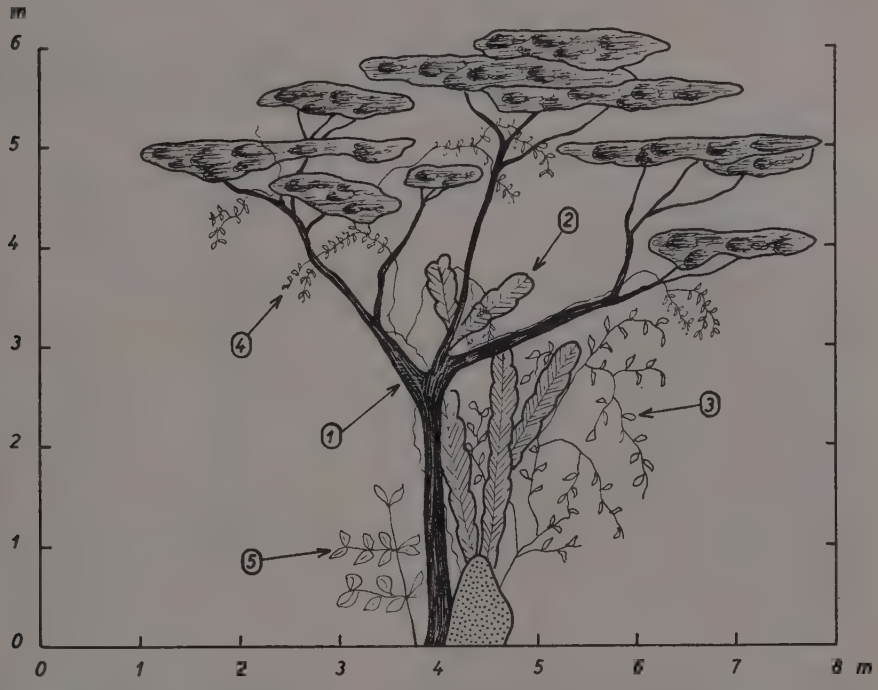


FIG. 1. — Jeune fourré xérophile en formation :
1. *Acacia hebecladoides* HARMS
2. *Euphorbia calycina* N. E. BR.
3. *Capparis lucens* HAUMAN
4. *Secamone stuhlmannii* K. SCHUM
5. *Canthium lactescens* HIERN

Le tableau I réunit 22 relevés se rapportant à des bosquets xérophiles et indique, pour chaque espèce, la distribution géographique, la forme biologique, le mode de dissémination présumé et le groupe écologique auquel elle appartient. Ces relevés ont été classés, dans la mesure du possible, par ordre de complexité croissante; c'est ainsi que nous considérons les douze premiers

TABLEAU I. — *Association à Apo*

Numéro des relevés

Surface inventoriée (m^2) (*)
Hauteur (m) (*)
Diamètre (m) (*)

	Distribution géographique	*Forme biologique*	*Mod. dis. mina.*
Sclérophytes.			
Capparis erythrocarpa ISERT	Sz [SOZ]	Ph gr	en
Maytenus senegalensis (LAM.) EXELL	λ Sz-Aa	Ph er	—
Euclea kellau HOCHST.	Sz [EO]	Ph er	en
Olea chrysophylla LAM.	Pal	Ph er	en
Scutia myrtina (BURM. f.) KURZ.	Pal	Ph gr	en
Carissa oppositifolia (LAM.) PICHON	OmniSz [pénétr. Aa]	Ph er	en
Carissa edulis (PRENG.) VAHL	OmniSz	Ph er	en
Apodytes acutifolia HOCHST. ex A. RICH.	Sz [OZ]	Ph er	en
Asparagus subfalcatus DE WILD.	Sz [O]	Ph gr	en
Capparis eleagnoides GILG	Sz [OZ]	Ph gr	en
Pappea ugandensis BAK. f.	Sz [OZ]	Ph er	Z
Haplocoelum gallaense (ENGL.) RADLK.	OmiSz	Ph er	en
Maerua becquetii HAUMAN et WILCZEK	Sz [Ok]	Ph er	en
Opilia celtidifolia (GUILL. et PERR.) ENDL.	OmniSz	Ph er	en
Rhoicissus revoillii PLANCH.	Sz [EOZ]	Ph gr	en
Maytenus undatus (THUNB.) BLAKELOCK	Sz-G-Aa-Malg	Ph er	—
Cassine aethiopica THUNB.	Sz-Aa-Malg	Ph er	en
Maytenus buchananii (LOES) WILCZEK	OmniSz	Ph er	Z
Commiphora africana (ARN.) ENGL.	Sz [EO]	Ph er	en
Capparis tomentosa LAM.	OmniSz	Ph gr	en
Pittosporum spathicalyx DE WILD.	Sz [Oe]	Ph er	Z
Xérophytes.			
Grewia similis K. SCHUM.	Sz [EOZ]	Ph er	en
Canthium euryoides BULLOCK ex HUTCH. et DALZ.	Sz [O]	Ph er	en
Euphorbia calycina N. E. BR.	SZ [SO]	Ph er	—
Jasminum eminii GILG	Sz [O]	Ph gr	en
Canthium lactescens HIERN	SZ [OZ]	Ph er	en
Sansevieria parva N. E. BR.	Sz [O]	G	—
Aloë sp. (Herbier Liben n° 519)	—	Ch succ	—
Crabbea velutina S. MOORE	Sz [OZ]	H ros	ep
Tricalysia ruandensis BREM.	Sz [Ok]	Ph er	en
Rhus natalensis BERNH. ex KRAUSSE	λ Sz-G	Ph er	en
Vernonia brachycalyx O. HOFFM.	Sz [O]	Ph gr	An
Osyris arborea WALL.	Pal	Ph er	en
Solanum cyaneo-purpureum DE WILD.	Sz [O]	Ph gr	en
Peperomia arabica MIQ.	Sz-Aa-Malg	Ch succ	en
Galiniera sp. nov. (Herbier Liben n° 822)	Sz [Ok]	Ph er	en
Cissus quadrangularis L.	Pal	Ph gr	en
Asparagus abyssinicus HOCHST. ex A. RICH.	OmniSz	G	en

(*) Quand il s'agissait de « fourrés » hémisphériques, on a noté la hauteur et le diamètre; dans les formes plus évoluées, on a noté la surface inventoriée.

acutifolia *et* Carissa oppositifolia.

Degré de présence	Phase juvénile												Phase adulte									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	225	400	225	.	225	225	1600	1600	400	225
	5	6	3	6	7	7	4	5	4	7	6	6	10	7	9	7	.	8	10	10	.	10
	4	6	5	10	8	10	5	10	5	10	8	9	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
IV	.	2.3	.	+	.	+	.	+	2.2	+	2.1	+	+	.	+	+	+	2.2	1.1	.	1.3	1.2
IV	.	+	+	+	.	+	+	+	+	1.2	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	+	+
IV	.	.	.	.	+	.	4.4	+	4.3	.	+	+	1.2	+	.	1.2	+	+	.	.	+	+
IV	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1.2	.	1.2	1.2	2.2	1.2	+	2.3	1.2	3.3	1.2	+	1.3
III	.	.	+	.	.	.	+	+	2.3	.	.	+	.	+	.	.	+	1.2	1.1	+	2.2	1.2
III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2.2	4.4	+	5.5	2.3	4.4	+	1.2	5.5	4.4
III	+	.	.	.	.	.	1.2	.	+	+	2.1	2.1	.	.	.	.	.	.	1.1	2.2	+	+
III	+	.	.	+	1.2	.	.	.	.	+	.	.	.	1.2	+	.	1.2	.	.	4.4	+	.
III	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1.2	.	+	+	1.3	.	.	.	1.2	+	.	+	1 2
II	.	3.3	3.3	.	.	.	.	+	3.3	.	2.1	.	+	.	+	.	.	1.2	.	.	.	.
II	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	1.3	.	.	+	+
II	.	.	.	.	.	3.1	.	2.1	.	3.3	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.
II	.	.	4.4	.	.	.	.	+	.	.	1.2	.	.	.	.	+	2.3	.	.	.	.	+
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	1.1	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.
I	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
IV	+	3.3	2.3	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	+	+
III	.	.	.	.	1.2	+	.	.	.	1.2	+ .3	+	1.2	.	1.2	3.3	.	.	3.3	3.3	+	+
III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.2
III	.	.	+	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.	1.1	.	.	+	1.2	+
III	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	1.2	.	+	.
III	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	1.2	4.4	.	3.3	2.2	3.3	2.2	4.4	2.3	2.2
III	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+.3	.	+	+	.	+	1.3	.	+	1.2	.	+	+
III	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.	+	.	+	+	+	.	1.2	.	.	.
III	4.4	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	2.2	2.2	+	.	+	.	+	.
II	.	.	.	+	1.3	.	.	.	.	+	.	.	.	2.2	3.3	.	.	.	2.2	.	2.3	.
II	.	3.3	.	.	.	.	.	3.2	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.
II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	1.2	.	.	1.2	.	.	+	.	.	.
II	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	1.1	1.1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	+
I	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	2.2	.
I	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
I	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

TABLEAU I (*suite*). — *Association à* Apodytes

Numéro des relevés

Surface inventoriée (m^2)
Hauteur (m)
Diamètre (m)

	Distribution géographique	*Forme biologique*	*Mode de dissémination*
Tarenna soyauxii (HIERN) BREM.	Pal	Ph er	enZ
Combretum gueinzii SOND.	Sz [OZ]	Ph er	Ane
Securinega virosa PAX & K. HOFFM.	Pal	Ph gr	—
Rhoicissus erythrodes (FRES.) PLANCH.	λ Sz-Aa	Ph gr	enZ
Synadenium grantii HOOK. f.	Sz [OZ]	Ph er	—
Blepharis maderaspatensis (L.) HEYNE	Pal	Ch sl	Aut
Ximenia caffra SOND.	λ Sz-Aa	Ph er	enZ
Maerua campicola GILG et BENEDICT.	Sz [O]	Ph er	enZ
Lannea Stuhlmannii (ENGL.) ENGL.	Sz [OZ]	Ph er	enZ
Gardenia jovis-tonantis (WELW.) HIERN	Sz [SOZ]	Ph er	—
Dichrostachys glomerata (FORSK.) CHIOV.	Sz-G-Aa	Ph er	—
Epinetrum exellianum TROUPIN	Sz [OZ]	Ph gr	—
Acacia Sieberiana DC.	Sz [SOZ]	Ph er	—
Maytenus cymosus (SOLAND) EXELL	λ Sz-Aa	Ph er	Z
Fagara chalybae (ENGL.) ENGL.	Sz [OZ]	Ph er	enZ
Méso-xérophytes.			
Teclea nobilis DEL.	Sz [EOZ]	Ph er	enZ
Erythrococca bongensis PAX	Sz [O]	Ph er	—
Grewia bicolor JUSS.	λ Sz-Decc	Ph er	enZ
Senecio petitianus A. RICH.	λ Sz-Malg	Ph gr	Ane
Dovyalis macrocalyx (OLIV.) WARB.	Sz [OZ]	Ph er	enZ
Erythrina tomentosa R. BR.	OmniSz	Ph er	—
Trimeria tropica BURKILL	Sz [O]	Ph er	enZ
Rhynchosia resinosa BAK.	OmniSz	Ch h	—
Plecranthus fragrans LEBRUN et TOUSSAINT	Sz [Oe]	Ch h	—
Pavetta ternifolia (HOOK. f.) HIERN	Sz [O]	Ph er	enZ
Acalypha senensis KLOTSCH.	Sz [SOZ]	H ros	—
Bridelia micrantha (HOCHST.) BAILL.	OmniSz	Ph er	enZ
Psorospermum febrifugum SPACH	OmniSz	Ph er	enZ
Albizia adianthifolia (SCHUM.) W. F. WIGHT	Sz-G-Aa	Ph er	—
Rubia cordifolia L.	Pal	Ch h	enZ/ epZ
Acacia hebecladoides HARMS	Sz [SOZ]	Ph er	—
Hibiscus aponeurus SPRAGUE et HUTCH.	Sz [OZ]	Ch sl	—
Crassocephamum bojeri (DC.) ROBYNS	λ Sz-Malg	Ph gr	Ane
Pavetta assimilis SOND. var. *pubescens* BREM.	Sz [SOZ]	Ph er	enZ
Schrebera alata (HOCHST.) WELW.	Sz [EOZ]	Ph er	—
Mésophytes.			
Setaria kagerensis MEZ.	Sz [O]	H c	Z
Pavonia burchellii (DC.) DYER	λ Sz-Aa	Ph h	—
Allophyllus alnifolius (BAK.) RADLK.	λ Sz-Malg	Ph er	Z
Justicia flava VAHL	λ Sz-Aa	Ch h	Aut
Justicia heterocarpa T. ANDERS.	λ Sz-G	T	Aut

acutifolia *et* Carissa oppositifolia.

	Phase juvénile												*Phase adulte*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	225	400	225	.	225	225	1600	1600	400	225
	5	6	3	6	7	7	4	5	4	7	6	6	10	7	9	7	.	8	10	10	.	10
	4	6	5	10	8	10	5	10	5	10	8	9	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Degré de présence																						
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.
I	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	4.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	1.2	.	.	.	+	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	.	1.1	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.3	.
I	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.
III	.	.	.	.	.	1.2	.	1.3	.	1.2	.	+	1.2	1.2	1.2	+	+	+	2.2	+	.	1.2
III	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	+	+	.	.	+	.
II	.	.	2.2	.	.	.	2.2	2.1	.	+	+	.	.	.	.	+	2.3	+	.	.	.	.
II	.	.	.	.	.	3.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1.1	.	+	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+
I	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
I	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	+	.	.
I	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.
I	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
I	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	.	.	+	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
III	.	.	4.4	1.2	.	.	+	.	+	+.3	.	.	+	.	+	.	.	+	1.2	.	+	.
II	.	.	2.4	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	+	1.2	1.1	.	.	.
II	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+
II	.	.	.	+	1.3	.	.	.	.	+	.	.	.	2.2	3.3	.	.	.	2.2	.	2.3	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	+	1.2	.	.	.	.	.	.

TABLEAU I (*suite*). — *Association à* Apodytes

Numéro des relevés

Surface inventoriée (m^2)
Hauteur (m)
Diamètre (m)

	Distribution géographique	*Forme biologique*	*Mode de dissémination*
Pterolobium exosum (GMEL.) BAK. f.	Sz [EOZ]	Ph gr	Ane
Panicum maximum JACQ.	Sz-G-Aa-Malg	H c	Z
Hymesiscyos bequaerti (DE WILD.) HARMS	Sz [Oe]	Ch sl	Z
Commelina benghalensis L.	Pal	Ch h/T	—
Gymnema sylvestre R. BR.	Pal	Ph gr	Ane
Allophyllus africanus P. BEAUV.	λ Sz-G	Ph gr	Z
Phyllanthus guineensis PAX	λ Sz-G	Ph gr	Z
Teramnus labialis (L. f.). SPRENG.	Pan	Ch h	—
Thunbergia alata BOJ.	Pal	Ch sl	—
Helinus mystacinus (AIT.) MEY. ex STEUD.	Sz [EO]	Ph gr	Z
Cyperus macrocarpus (KUNTH.) BOECK.	Sz [OZ]	H c	—
Méso-hygrophytes.			
Asystasia gangetica T. ANDERS.	Pal	Ch h	Aut
Clausena anisata (WILLD.) OLIV.	λ Sz-G	Ph er	enZ
Hypoëstes paniculata (FORSK.) SCHWEINF.	Sz [EOZ]	Ch h	Aut
Disperis reichenbackiana WELW. ex REICHB. f.	Sz [OZ]	G	Ane
Arthropteris monocarpa (CORDEM.) C. CHR.	Sz-G-Malg	G	Ane
Phaylopsis imbricata (FORSK.) SWEET	λ Sz-G	Ch h	Aut
Nitrophytes.			
Achyranthes aspera L.	Pan	Ch h/Ph h	epZ
Pupalia lappacea (L.) JUSS.	Pal	Ch h	epZ
Sida rhombifolia L.	Pan	T	epZ
Plumbago zeylanica L.	Pal	Ch sl	epZ
Lablaniger MEDIK.	Pan	Ch sl	—
Momordica charantia L.	Pan	Ch h	Z
Solanum beniense DE WILD.	Sz [O]	Ch sl	enZ
Emilia humbertii ROBYNS	Sz [O]	T	Ane
Glycine javanica L.	Pal	Ch sl	—
Erlangea marginata (OLIV. et HIERN) S. MOORE	Sz [OZ]	H ros	Ane

1. Matera (Mayaga), alt. 1 460 m, fourré dans un pâturage
2. Keru (Mayaga), petit fourré dans la savane.
3. Bugesera, petit bosquet.
4. Gihinga, alt. 1 480 m, fourré dans une savane pâturée dérivée d'une formation arbustive à *Combretum* sur lithosol.
5. Bugesera, alt. 1 460 m, fourré dans la savane.
6. Route de Nemba à Kigali, alt. 1 450 m, bosquet dans la savane à *Themeda* et *Loudetia;* nombreuses termitières aux alentours.
7. Matera (Mayaga), alt. 1 460 m, fourré isolé dans un pâturage.

acutifolia *et* Carissa oppositifolia.

	Phase juvénile												*Phase adulte*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	225	400	225	.	225	225	1600	1600	400	225
	5	6	3	6	7	7	4	5	4	7	6	6	10	7	9	7	.	8	10	10	.	10
	4	6	5	10	8	10	5	10	5	10	8	9	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Degré de presence																						
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2.3	.	.	.	+	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+.3
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	.	.	.	1.2
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
I	.	.	.	5.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
III	.	+	.	.	.	.	2.2	1.2	.	.	+	.	1.2	1.2	1.2	4.4	.	3.3	.	.	.	+
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	.	.	2.2	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.5	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
II	.	.	.	.	1.2	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	+	.
I	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

8. Kibugabuga, alt. 1 450 m, fourré dans la savane à *Loudetia simplex*.
9. Gashora, alt. 1 390 m; présence, au centre du bosquet d'une termitière abandonnée.
10. Mbuye (Mayaga), alt. 1 500 m, fourré dans une jachère pâturée.
11. Gihinga, alt. 1 450 m.
12. Entre Kibugabuga et Kigali, alt. 1 450 m; présence, au centre du bosquet, d'une termitière apparemment abandonnée.
13. Entre Mulehe et la vallée Nyanaza, alt. 1 430 m, bosquets confluents.
14. Mulehe, alt. 1 310 m, bosquets confluents.
15. Entre Mulehe et Bulenge, alt. 1 460 m, sol ocre rouge, bosquets confluents.

16. Gako, alt. 1 500 m, bosquet s'installant dans une savane arbustive à *Combretum binderianum* sur lithosol.
17. Keru (Mayaga), alt. 1 400 m, bosquet à dominance de *Carissa oppositifolia*.
18. Vallée Nyanza, alt. 1 350 m, petit bosquet.
19. Entre Mulehe et Bulenge, alt. 1 460 m, bosquet xérophile provenant de la confluence de plusieurs fourrés plus petits; formation plus ou moins discontinue, présence de nombreux lichens crustacés et foliacés, ainsi que d'*Usnea épiphytes*, litière de feuilles mortes assez importante.
20. Bukumba, alt. 1 450 m, forêt basse, à dominance d'*Apodytes acutifolia;* nombreuses lianes.
21. Keru (Mayaga), alt. 1 400 m, bosquet à *Carissa oppositifolia*.
22. Vallée Nyanza, alt. 1 350 m, petite forêt sclérophylle; nombreux lichens épiphytes.

(Tous nos relevés ont été effectués en 1953-54).

Pan	pantropicale.
Pal	paléotropicale.
Aa	afro-australe.
G	guinéenne.
Decc	deccanienne.
Malg	malgache.
Sz	soudano-zambézienne.
OmniSz	omni-soudano-zambézienne.
S	sahélo-soudanienne.
E	éthiopienne.
O	orientale.
Z	zambézienne.
è	endémique dans le Secteur des lacs Édouard et Kivu.
k	endémique dans le District des Kagera-Bugesera.
λ	espèce de liaison.

Quand une espèce a une distribution limitée à l'intérieur de la Région soudano-zambézienne, les initiales des territoires où elle est connue ont été mises entre [].

Ph	phanérophyte.
er	érigé.
gr	grimpant.
h	herbacé (ou fruticuleux).
Ch	chaméphyte.
h	herbacé.
sl	sous-ligneux.
succ	succulent.
H	hémicryptophyte.
ros	rosetté ou subrosetté.
c	cespiteux.
G	géophyte.
T	thérophyte.
Ane	anémochore.
Aut	autochore.
Z	zoochore.
enZ	endozoochore.
epZ	épizoochore.

d'entre eux comme représentant une phase « juvénile », les dix derniers, une phase « adulte ».

La structure.

La figure 1 illustre la manière dont s'ébauche un bosquet : un *Acacia hebecladoides*, isolé dans la savane, abrite toute une série de jeunes arbustes,

tandis que sa cime sert de support à une Asclépiadacée volubile. Dans l'exemple choisi, le sol au pied de l'*Acacia* était complètement dépourvu de végétation sur une surface de plusieurs m²; de telles plages dénudées sont extrêmement fréquentes dans les pelouses à *Brachiaria,* où les termites sont particulièrement actifs; la dominance des *Brachiaria* aux alentours des termitières semble d'ailleurs due au fait que ces graminées se multiplient très aisément par stolons, ce qui leur permet de résister là où les espèces cespiteuses sont rapidement éliminées. Tandis que les termites sectionnent les stolons, ceux-ci s'enracinent aux nœuds et assurent ainsi la propagation de l'espèce : il s'établit une sorte d'équilibre entre les termites et la graminée. Si les bosquets xérophiles prennent si facilement naissance dans ces végétations de pelouse, c'est que le feu y est bien moins violent qu'ailleurs, voire complètement endigué par la dénudation du sol. Il est en effet évident que le développement des phanérophytes, constituants essentiels des bosquets, implique que leurs bourgeons échappent, d'une manière ou d'une autre, à la destruction par le feu; outre le cas décrit ci-dessus, il n'est pas rare de trouver, à l'origine d'un bosquet, un arbuste perché au sommet d'une termitière conique. Mais la protection contre le feu peut encore être assurée par des adaptations morphologiques : beaucoup de nos arbustes développent des rameaux à angle droit avec la tige principale, ce qui leur assure un accroissement rapide dans le plan horizontal; ils jouent ainsi un rôle protecteur vis-à-vis des plantules qui germent à leur pied. D'autres adaptations peuvent exercer une action analogue : c'est ainsi que, comme l'avait déjà fait remarquer Lebrun (1947), *Euphorbia calycina* N.E.Br., grand arbuste succulent et cactiforme, intervient efficacement dans la constitution des bosquets.

Mais reprenons l'histoire du fourré à partir du stade représenté par la figure 1. La couronne de l'arbuste qui sert, en quelque sorte, d'étançon sera envahie progressivement par des espèces volubiles ou lianeuses, dont le couvert favorisera la germination d'une quantité de plantules. A mesure que celles-ci croissent, d'autres s'installent vers la périphérie, et c'est ainsi que l'édifice acquiert, par croissance centrifuge, la forme hémisphérique si caractéristique. Dans le même temps, de nombreuses espèces grimpantes s'accrochent à la périphérie, finissant par recouvrir le tout d'une espèce de carapace (fig. 2*a*); dès lors, la lumière ne pénétrant plus à l'intérieur, les individus situés au centre du bosquet dépérissent, sauf les plus grands arbustes qui continuent à jouer leur rôle d'étançon. Le fourré continue à s'étendre, tandis qu'il prend une forme de plus en plus aplatie jusqu'à ce qu'il entre en contact avec un autre hallier. A ce moment, la draperie de lianes qui les séparait, disparaît; des arbustes érigés remplissent le vide (fig. 2*b*) et le dôme finit par s'aplatir complètement; les lianes se font de plus en plus rares, ce qui permet la pénétration d'une lumière atténuée : d'où la prolifération des chaméphytes herbacés et des géophytes, représentés principalement par *Sansevieria parva* N.E.Br., espèce rhizomateuse qui se comporte également comme un chaméphyte suc-

culent (fig. 2c). Dans les stades les plus évolués, les plus « forestiers », la stratification peut être schématisée de la manière suivante : la strate supérieure, arbustive, atteint une dizaine de mètres de hauteur et recouvre de 60 à 90 % de la surface; la strate herbacée atteint 30-50 cm et recouvre quelque 40 à 50 %; quant aux strates intermédiaires, elles sont extrêmement variables suivant l'état de dégradation du groupement. Tout ce que l'on peut dire, c'est que là où la végétation est le mieux conservée, les lianes sont rares ou même absentes, mais ces observations portent sur de trop petites surfaces pour avoir une portée générale.

FIG 2 ÉVOLUTION DE LA STRUCTURE D'UN BOSQUET XÉROPHILE

Les formes biologiques.

Le tableau II indique le spectre biologique brut de la phase juvénile et le spectre pondéré des formes initiale et adulte. La plupart des espèces étant communes aux deux ensembles, les différences sont peu marquées en ce qui concerne le spectre brut. Elles apparaissent par contre immédiatement si l'on compare les spectres biologiques pondérés : à mesure que l'évolution progresse, le taux de phanérophytes grimpants diminue fortement (de 30 à 12 %), celui des chaméphytes herbacés passe de 3 à 14 %, la représentation des hémicryptophytes cespiteux devient négligeable, tandis que les géophytes, rares dans les formes juvéniles, atteignent 11 % du spectre dans la phase adulte. Cette variation traduit avec éloquence l'évolution de la communauté initiale qui n'est encore qu'un « fourré » vers une formation terminale qui mérite d'être qualifiée de « bosquet ».

La comparaison de ces deux spectres montre l'effacement des hémicryptophytes cespiteux (espèces relictuelles des savanes herbeuses) et l'apparition, avec des taux notables, des chaméphytes herbacés et des géophytes (plantes caractéristiques des sous-bois forestiers).

Cette évolution traduit fort nettement l'acquisition d'un état plus « forestier », tout à fait conforme à la description que nous en donnions plus avant. En même temps, la prédominance des phanérophytes ligneux s'atténue — en relation avec une diversité de la stratification — et l'importance des lianes régresse, ce qui correspond bien aux modifications physionomiques du groupement.

TABLEAU II. — *Spectre biologique brut de la phase juvénile et spectre pondéré des phases juvénile* (I) *et adulte* (II).
(Les chiffres sont arrondis; les tirets remplacent les chiffres inférieurs à l'unité.)

	Spectre brut.	*Spectre pondéré.*	
	phase I.	*phase I.*	*phase II.*
Phanérophytes	70	92	74
érigés	47	61	62
grimpants	20	30	12
herbacés	3	1	—
Chaméphytes	15	3	14
herbacés	10	3	14
succulents	—	0	—
sous-ligneux	5	—	—
Hémicryptophytes	7	5	—
cespiteux	3	5	—
rosettés/subrosettés	4	—	—
Thérophytes	4	—	1
Géophytes	3	—	11

Le spectre biologique pondéré de la phase adulte est donc dominé par les phanérophytes et les chaméphytes. Il se rapproche fortement du spectre établi par GERMAIN (1952) pour l'association à *Cadaba farinosa* et *Commiphora subsessiliflora* dans la plaine de la Ruzizi. Remarquons cependant que chez nous les géophytes interviennent pour 11 %, alors qu'ils n'atteignent que 2,2 % dans l'association précitée; en outre, le taux d'hémicryptophytes est insignifiant dans notre groupement, alors qu'il atteint 8 % à la Ruzizi. Le spectre brut, d'autre part, est voisin de celui de l'association à *Jasminum mauritianium* et *Carissa edulis* de la Kagera (LEBRUN, 1955), mais les hémicryptophytes sont plus abondants (7 % contre 1,5 % seulement à la Kagera).

Nos chiffres du Bugesera sont comparables aussi, dans l'ensemble, à ceux qui caractérisent l'association à *Maerua mildbraedi* et *Carissa edulis* de la Ruindi (LEBRUN, 1947). Signalons enfin que près de 7 % de nos espèces sont plus ou moins succulentes : 2 phanérophytes érigés, 2 phanérophytes grimpants et 3 chaméphytes ou géophytes rhizomateux.

LES GROUPES ÉCOLOGIQUES.

Le tableau III indique les pourcentages des divers groupes écologiques dans les phases juvénile (I) et adulte (II) ainsi que pour l'ensemble de la florule du Bugesera (nous ne citons sous cette rubrique que les groupes représentés également dans les bosquets xérophiles).

TABLEAU III. — *Représentation centésimale des divers groupes écologiques dans les phases juvénile et adulte des bosquets et pour l'ensemble de la florule du Bugesera.*

	Phase juvénile (I).	*Phase adulte (II).*	*Florule totale du Bugesera.*
Sclérophytes	24 %	25 %	5 %
Xérophytes	33	32	22
Méso-xérophytes	19	18	24
Mésophytes	12	14	16
Méso-hygrophytes	1	7	2
Nitrophytes	10	5	17

On remarquera, tout d'abord, l'absence complète d'espèces réellement hygrophiles, dont le total n'atteint d'ailleurs que 2 % de l'ensemble de la florule du Bugesera. Les méso-hygrophytes, absents dans la phase juvénile, sont relativement très abondants dans la phase adulte. On dégage donc une nette tendance vers l'hygrophilie à mesure que le caractère forestier s'accentue, mais en même temps, le caractère très xérique de ces bosquets demeure bien apparent. Alors que, pour l'ensemble du Bugesera, on compte 5 % de sclérophytes, ce type écologique intervient pour 24 à 25 % dans les boqueteaux. Si l'on additionne les valeurs relatives aux méso-xérophytes, xérophytes et sclérophytes, on obtient respectivement pour les phases juvénile et adulte et pour l'ensemble du Bugesera 76, 75 et 51 %. On notera le rôle insignifiant des nitrophytes dans nos bosquets (5 à 10 %), alors que l'ensemble de la flore du Bugesera en contient 17 %. Cette situation souligne le caractère « naturel » du groupement.

LES MODES DE DISSÉMINATION.

Nous avons classé nos espèces suivant les adaptations morphologiques de leurs diaspores; un certain nombre, ne présentant aucune particularité évidente, ont été classées sous la rubrique « inconnues ». La caractéristique saillante de ce spectre est la prédominance des espèces endozoochores qui représentent plus de 40 % de l'ensemble, alors que la florule du Bugesera, dans sa totalité, n'en compte que 18 %. Remarquons, à ce propos, que les boqueteaux abritent durant la journée de nombreux mammifères : petits rongeurs, singes, lémuriens, antilopes et phacochères. Les espèces épizoochores, caractéristiques des savanes, sont relativement peu abondantes, de même que les anémochores.

TABLEAU IV. — *Les modes de dissémination. Représentation centésimale des diverses catégories dans les bosquets xérophiles (A) et pour l'ensemble de la florule du Bugesera (B).*

	A.	B.
Zoochores (1+2+3)	59,3	43,3
1. Zoochores en général	10,2	14,5
2. Épizoochores	5,5	10,6
3. Endozoochores	43,6	18,1
Anémochores	10,2	15,3
Autochores	5,5	4,2
Hydrochores	—	7,5
Inconnues	25,0	29,7

LA COMPOSITION FLORISTIQUE.

Nos inventaires dénombrent un total de 106 espèces, dont 69 sont présentes dans la phase juvénile et 84 dans la phase adulte; 47 espèces sont communes à ces deux ensembles. Pour les formes initiales, le nombre d'espèces par relevé varie de 8 à 29, la moyenne étant de 16; pour les phases adultes, les nombres extrêmes sont 17 et 35, la moyenne atteint 27.

Nous avons calculé les coefficients de similitude floristique, avec d'autres communautés, d'après la formule de SÖRENSEN : $Q_s = \frac{2\,n_c}{n_1 + n_2}$

où n_c = nombre d'espèces communes; n_1 = nombre d'espèces présentes dans le groupement A; n_2 = nombre d'espèces présentes dans le groupement B.

Les résultats obtenus par cette comparaison avec divers groupements voisins décrits par LEBRUN (1947, 1955) et GERMAIN (1952) figurent au tableau V.

TABLEAU V. — *Les similitudes floristiques exprimées par le coefficient de* SÖRENSEN.

Associations.	*Phase juvénile.*	*Phase adulte.*
Jasminum mauritianum et *Carissa edulis* (LEBRUN, 1955)	29	35
Cadaba farinosa - Commiphora subsessiliflora (GERMAIN, 1952)	25	31
Maerua mildbraedii - Carissa edulis (LEBRUN, 1947)	27	31
Albizia grandibracteata - Strychnos Stuhlmannii (GERMAIN, 1952)	19	25
Croton dichogamus - Euphorbia Dawei (LEBRUN, 1955)	22	20
Euphorbia Dawei (LEBRUN, 1947)	34	30

L'ordre de grandeur des coefficients obtenus peut être considéré comme indiquant de grandes affinités floristiques avec les divers groupements consi-

dérés; signalons, à titre de comparaison, que le coefficient de similitude entre les phases juvénile et adulte de nos formations sclérophylles atteint 61, mais que si nous comparons notre relevé 13 avec chacun des relevés 14 à 22, nous obtenons des valeurs variant de 30 à 60, la moyenne étant de 40.

Les divers groupements comparés ci-dessus appartiennent manifestement à un même ensemble écologique et floristique, reconnu par Lebrun et Gilbert (1954) sous le nom de « Forêts sclérophylles submontagnardes » ou « Alliance du *Grewio-Carission edulis* ». Les trois premières associations figurant au tableau V sont, au point de vue syngénétique, à rapprocher de la phase juvénile décrite dans la présente communication, les trois dernières représentent l'homologue de la phase adulte.

Nous proposons pour notre groupement le nom de « Association à *Apodytes acutifolia* et *Carissa oppositifolia* ».

Aucune espèce n'est significativement cantonnée dans les formes initiales, mais certaines y sont cependant plus abondantes; il s'agit surtout de plantes lianeuses, parmi lesquelles nous citerons : *Capparis eleagnoides* Gilg, *Vernonia brachycalyx* O. Hoffm., *Securinega virosa* Pax & K. Hoffm. On mentionnera, en outre, *Haplocoelum gallaense* (Engl.) Radlk., *Grewia bicolor* Juss., *Setaria kagerensis* Mez. qui montrent tous un certain optimum dans les formes pionnières.

Certaines espèces comme *Olea chrysophylla* Lam., *Carissa oppositifolia* (Lam.) Pichon, *Canthium euryoides* Bullock ex Hutch. et Dalz., *Sanseviera*

Tableau VI. — *Recouvrement moyen* (× 100) (*A*) *et degré de présence* (*en* %) (*B*) *des espèces caractéristiques des phases I et II.*

	Phase I.		*Phase II.*	
	A.	*B.*	*A.*	*B.*
Capparis eleagnoides Gilg	1 060	42	29	30
Securinega virosa Pax et K. Hoffm.	870	16	—	—
Haplocoelum gallaense (Engl.) Radlk.	750	33	6	30
Vernonia brachycalyx O. Hoffm.	625	25	6	30
Setaria kagerensis Mez.	550	42	33	50
Grewia bicolor Juss.	380	42	154	30
Disperis reichenbachiana Welw. ex Reichb. f.	—	—	2	10
Dovyalis macrocalyx (Oliv.) Warb.	—	—	100	60
Teclea nobilis Del.	64	33	260	90
Arthropteris monocarpa (Cordem.) C. Chr.	—	—	625	10
Olea chrysophylla Lam.	450	33	800	100
Justicia flava Vahl	240	25	820	40
Asystasia gangetica T. Anders.	150	33	1 000	60
Canthium euryoides Bullock ex Hutch. et Dalz.	47	42	1 180	70
Sansevieria parva N. E. Br.	21	8	2 820	90
Carissa oppositifolia (Lam.) Pichon	16	8	3 850	100

parva N.E.Br., *Teclea nobilis* Del., *Dovyalis macrocalyx* (Oliv.) Warb., *Justicia flava* Vahl, *Asystasia gangetica* T. Anders., et surtout *Arthropteris monocarpa* (Cordem.) C. Chr. et *Disperis reichenbackiana* Welw. ex Reichb. f. paraissent bien différencier le stade adulte de notre communauté.

Le tableau VI montre le recouvrement moyen (× 100) (A) et le degré de présence exprimé en % (B) de ces espèces dans les phases I et II.

On constate que le degré de présence n'est guère significatif pour ce qui est des espèces dont l'optimum apparent se situe dans la phase I. Celle-ci est bien mieux caractérisée par sa structure que par sa composition floristique, ce qui cadre bien avec son caractère juvénile.

L'analyse géographique.

Le spectre géographique de notre association s'établit de la manière suivante :

Tableau VII. — *Le spectre géographique.*

Pantropicales	4,8	Soudano-zambéziennes	58,7
Paléotropicales	14,4	Omni-Sz	10,6
Plurirégionales	6,7	Distribuées dans 3 domaines	11,6
Sz-G-Aa-Malg	1,9	Soud-Or-Zamb	5,8
Sz-Aa-Malg	1,9	Eth-Or-Zamb	5,8
Sz-G-Aa	1.9	Distribuées dans 2 domaines	18,3
Sz-G-Malg	1,0	Soud-Or	1,0
Espèces de liaison	15,4	Eth-Or	2,9
Sz-G	5,8	Or-Zamb	14,4
Sz-Aa	5,8	Domaine oriental	18,3
Sz-Malg	2,9	largement distribuées	12,5
Sz-Decc	1,0	à distribution limitée	5,8
		endémiques dans le Secteur des lacs Édouard et Kivu	(2,9)
		endémiques dans le District des Kagera-Bugesera	(2,9)

Les espèces à très large distribution (pantropicale et paléotropicale) ne représentent que 19,2 % du total, ce qui montre que notre association constitue un groupement sinon très naturel, du moins peu perturbé par l'action directe de l'homme.

Les espèces soudano-zambéziennes représentent près de 60 %; nous avons donc affaire à une communauté assez homogène, n'ayant emprunté que peu d'éléments aux régions florales avoisinantes.

Le sous-élément oriental représente 18,3 % de l'ensemble floristique, soit près du tiers de l'élément-base. Si les influences sahélo-soudanienne et éthiopienne sont peu importantes, par contre 14,4 % des espèces sont distribuées dans les Domaines oriental et zambézien; on ne peut donc pas dire que notre association soit très bien « individualisée »; le corollaire tout naturel est d'ailleurs que bien peu d'espèces y semblent confinées; leur degré de fidélité à l'intérieur de l'association est faible.

Cette forte influence zambézienne ne doit pas nous étonner : des forêts tropophiles sont connues de la région du Mosso dans le sud de l'Urundi (Michel et Reed, 1955) qui fait déjà partie du Domaine zambézien.

Relations syngénétiques.

Nous avons déjà montré comment les bosquets xérophiles prenaient naissance et comment on passait insensiblement d'une phase juvénile à un état adulte. Il nous reste à définir la position de notre association par rapport à l'ensemble des groupements végétaux de la région. Nous pensons que le climax du Bugesera devait être représenté autrefois par une forêt claire à affinités zambéziennes prononcées, dont la savane arbustive à *Combretum binderianum* et *Brachiaria platynota* ne constitue plus qu'un vestige. A un stade plus poussé de dégradation, ces savanes arbustives font place à une savane herbeuse surmontée d'une strate d'arbustes fort clairsemés dont les constituants sont des espèces relictes des forêts claires (Lebrun, 1955). Cette disparition des forêts claires est-elle attribuable aux feux de brousse, au défrichement, au pacage ou à une détérioration du climat ? Sans doute ces différents facteurs ont-ils chacun leur part dans le processus de dégradation. Il semble cependant que les incendies aient joué un rôle déterminant. Quoi qu'il en soit, les fourrés xérophiles constituent un groupement très « agressif » qui a tendance à supplanter progressivement les formations plus mésophiles dès que l'équilibre est rompu au désavantage de celles-ci. Outre l'action des termites, dont le rôle a déjà été mentionné, le pacage est le facteur qui favorise le plus l'envahissement par les bosquets : il amenuise le volume de matière végétale combustible, au moins à certains endroits privilégiés où le bétail a l'habitude de se reposer; la végétation peut même, localement, disparaître tout à fait. L'incendie devient dès lors beaucoup moins violent, et les espèces pionnières des fourrés trouvent là des conditions très favorables à leur épanouissement; beaucoup de ces espèces sont épineuses : *Capparis erythrocarpa* Isert, *Carissa edulis* (Spreng.) Vahl, *Maytenus senegalensis* (Lam.) Exell, *Dichrostachys glomerata* (Forsk.) Chiov. et constituent de ce fait une protection très efficace contre les atteintes des animaux. Il s'agit donc d'un processus qui, une fois amorcé, est irréversible; nous l'avons au reste observé également dans l'Ituri et au Kasai. Le pacage nous apparaît ainsi, paradoxalement, comme un facteur de reforestation; mais il nous paraît douteux que les types de forêts sclérophylles qui prennent ainsi naissance aient un caractère climacique. Il s'agit plus probablement d'une sorte de « climax de substitution » doué d'une grande stabilité et d'une grande inertie, mais qui, soustrait aux influences perturbatrices de toute sorte, évoluerait très lentement vers des formations plus mésophiles, probablement, dans le cas qui nous occupe, vers une forêt plus ou moins tropophile à caractère zambézien prononcé. Remarquons, en outre, que la phase adulte de notre association et les trois dernières associations mentionnées au tableau VI sont différentes non seulement par l'identité des espèces dominantes, mais encore

par les caractères écologiques de ces espèces : à la Rwindi et à la Kagera, nous trouvons *Euphorbia Dawei* N.E.Br., euphorbe succulente cactiforme et aphylle, au Bugesera *Carissa oppositifolia* (Lam.) Pichon, arbuste essentiellement sclérophylle, à la Ruzizi *Albizia grandibracteata* Taub., espèce tropophile à caractère bien plus mésophile que les deux précédentes; ceci nous porte d'ailleurs à croire que c'est peut-être ce dernier groupement qui se rapproche le plus du climax; c'est malheureusement celui-là également qui a été trouvé dans l'état de dégradation le plus poussé.

Bruxelles, 10 février 1960.

Bultot, F. — Carte des régions climatiques du Congo belge établie d'après les critères de Köppen, Comm. n° 2 du Bureau climatologique. *Publ. INÉAC,* Coll. in-4°, 16 p. (1950).

— Saisons et périodes sèches et pluvieuses au Congo belge et au Ruanda-Urundi, Comm. n° 9 du Bureau climatologique. *Publ. INÉAC,* Coll. in-4°, 70 p. (1954).

Germain, R. — Les associations végétales de la plaine de la Ruzizi (Congo belge) en relation avec le milieu. *Publ. INÉAC,* Sér. scient. n° 52, 321 p. (1952).

Lebrun, J. — La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Édouard, Expl. Parc Nat. Albert, Mission J. Lebrun (1937-1938). *Inst. Parcs Nat. Congo belge,* fasc. 1, 2 vol., 800 p. (1947).

— Esquisse de la végétation du Parc National de la Kagera, Expl. Parc Nat. Kagera, Mission J. Lebrun (1937-1938), *Inst. Parcs Nat. Congo belge,* fasc. 2, 89 p. (1955).

— La végétation et les territoires botaniques du Ruanda-Urundi, *in* Le Ruanda-Urundi, ses ressources naturelles, ses populations. *Les Naturalistes belges,* Bruxelles, p. 229-256 (1956).

Lebrun, J. et Gilbert, G. — Une classification écologique des forêts du Congo. *Publ. INÉAC,* Sér. scient. n° 63, 89 p. (1954).

Liben, L. — *In* Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi, 7. Bugesera-Mayaga (Ruanda). *Publ. INÉAC* (1956).

Michel, G. et Reed, J. — *In* Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi, 5. Mosso (Urundi). *Publ. INÉAC* (1955).

UN BOTANISTE TROP PEU CONNU WILLEM QUACKELBEEN (1527-1561)

par

J. E. OPSOMER,

Professeur à l'Université de Louvain.

En 1961, il y aura quatre cents ans que mourait à Constantinople, âgé de 34 ans seulement, le botaniste courtraisien Willem Quackelbeen. Attaché en qualité de médecin à Ogier Giselin, seigneur de Busbecq, ambassadeur de l'empereur Ferdinand I[er] d'Allemagne près le sultan Soliman le Magnifique, il effectua plusieurs voyages en Turquie et en Asie Mineure pendant les années 1554 à 1561.

Jusqu'à présent nous possédions très peu de documents le concernant :

1° Quelques indications généalogiques, fruit des patientes recherches du D[r] J. Soete, le très érudit archiviste de la ville de Courtrai.

2° Quelques passages (au total six) des Lettres de Busbecq et le texte de l'épitaphe composée par celui-ci.

3° Une lettre de Quackelbeen au botaniste italien Matthioli et la réponse de celui-ci.

4° Quelques allusions faites par Matthioli dans sa correspondance avec d'autres savants et dans ses « Commentaires sur Dioscoride ».

5° Une citation chez Dodoens.

6° Un passage de Niceron (1733).

Au 19[e] siècle, Willem Quackelbeen a été brièvement mentionné par divers auteurs, entre autres : Van Hulthem (1817), Kickx (1838) et De Potter (1876). En 1904, Béthune lui consacra une étude plus étendue, dont un extrait figure dans la « Biographie Nationale », volume XVIII, 1905, pp. 394-398. En 1954, à l'occasion du quatrième centenaire de l'ambassade à Constantinople, diverses études furent publiées sur Ogier de Busbecq, notamment par la « Koninklijke Vlaamse Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België ». Le souvenir de Quackelbeen fut ainsi rappelé, ce qui suscita de

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 113 (1961). — Communication présentée en séance du 8 mai 1960.

nouvelles contributions de Soete, De Waele et Elaut. Ce dernier donna aussi une élégante traduction néerlandaise de la correspondance entre Quackelbeen et Matthioli.

Après avoir épuisé ces différentes sources, nous avons eu recours aux archives de l'État autrichien et à l'Université de Vienne. Cette enquête eut un résultat exceptionnellement fructueux. Aussi, ce nous est un devoir et un plaisir d'exprimer ici notre reconnaissance au Dr E. Lesky, Chargée de cours à l'Université de Vienne et au Dr R. Blaas, Archiviste de l'État, qui nous ont documenté avec une extrême obligeance, fourni des indications biographiques particulièrement précieuses et signalé des sources totalement ignorées en Belgique. Enfin, nous devons au Dr A. Schillings, Conservateur aux Archives générales du Royaume à Bruxelles, des renseignements sur le séjour de Quackelbeen à l'Université de Louvain.

Nous publierons prochainement les données ayant un rapport moins direct avec la Botanique mais d'un intérêt non moins grand, dans les *Mémoires* du « Koninklijke Geschied- en Oudheidkundige Kring » de Courtrai. Guillaume Quackelbeen y apparaîtra comme un humaniste de la classe de ses contemporains mieux connus.

L'HOMME, LE MEDECIN.

Dans la lettre de Matthioli à Quackelbeen, celui-ci est qualifié « Curtacensis » (1), c'est-à-dire Courtraisien. L'épitaphe toutefois le qualifie « Cortracenus », c'est-à-dire originaire de la région ou de la châtellenie de Courtrai. L'épitaphe permet aussi de situer sa naissance en 1527 ou 1526. Les Registres pupillaires et d'autres documents de la châtellenie ont permis au Dr J. Soete de vérifier la qualité de bourgeois résidents de Courtrai et d'esquisser un crayon généalogique de la famille Quackelbeen. Le botaniste apparaît comme le troisième des dix enfants de Loy Quackelbeen et de « Joncvrouwe » Jaenkin Scrytschen (De Crytsche). Loy fut échevin de Courtrai à diverses reprises entre 1525 et 1537, et décéda en 1539. Les qualifications des parents et divers documents (états de biens, actes et contrats, etc.) indiquent que la famille était notable et aisée (2).

L'épitaphe que Busbecq composa pour son médecin, collaborateur et ami, fut retrouvée en 1945 par le Conseiller d'ambassade belge Prosper Poswick (3). Elle est rédigée comme suit (4) :

« *Wilhelmus Quackelbeen alias Coturnossius Belga Cortracenus Medicinae doctor atque omnis Philosophiae peritissimus cum Constantinopoli pluribus annis Reipublicae Christianae navasset operam tandem iter quod in patriam negabatur Christo duce vertit in coelum. Obiit peste VIII Id. Maj. MDLXI. Vixit annis XXXIV* ».

La pierre porte en outre les noms de sept autres membres du personnel de l'ambassade, morts de la peste. Un croquis de cette pierre est donné par De Waele (1955).

Le jeune médecin mourut victime de son dévouement et de sa témérité, comme Busbecq nous l'apprend dans sa quatrième lettre, datée du 16 décembre 1562 (5). Quackelbeen, y est-il dit, ne prit pas suffisamment de précautions et assurait que la peste était due principalement à la peur. Plusieurs éditeurs ont mis ce passage en vedette dans la table des matières, ce qui pourrait faire douter de sa compétence médicale. A la réflexion, on reconnaît dans ces mots l'excuse habituelle des hommes généreux qui méprisent le danger pour secourir leur prochain. Un autre passage des Lettres nous prouve d'ailleurs que Quackelbeen reconnaissait parfaitement le caractère contagieux de la peste. Il s'agit de la première lettre, datée des Calendes de septembre 1555 (6), où il est question d'un autre cas de peste parmi l'escorte de l'ambassadeur. A cette occasion, le médecin défend sévèrement à ses gens de s'approprier les vêtements et objets personnels du mort, par crainte de la contagion. Ailleurs encore Busbecq le qualifie « homme versé dans toutes les sciences et très instruit dans l'art de la médecine » (7).

A deux reprises (8), Busbecq parle des soins qu'il reçut de son médecin. Celui-ci se montre dévoué et plein de charmantes attentions, garnissant de fruits savoureux la chambre de son chef malade qui sommeille. Dans sa dernière lettre, Busbecq décrit en termes émus la mort de son ami et ses derniers moments passés en prières et lectures pieuses. Nous dirons plus loin en quels termes il lui rend hommage.

J.P. Niceron, dans le volume XXII de ses « Mémoires pour servir à l'Histoire » (p. 354), parle de Quackelbeen de la façon suivante : « Busbeq eut pendant son séjour en Turquie un Médecin, dont il est bon de dire quelque chose. Il s'appelloit Guillaume Quacquelben, et était natif de Courtray, en Flandre. Il fut appellé en 1548 de Louvain pour professer la Medecine à Vienne en Autriche. Il passa de-là à Constantinople... ». Il est fait allusion à ce passage dans la « Bibliographia Busbequiana » (9) et dans l'article de F.J. De Waele. Busbecq n'en parle pas dans ses Lettres. Par ailleurs, il ne dit pas où il invita Quackelbeen à l'accompagner. Il ne dit nulle part s'il quitta Comines ou Lille en sa compagnie, ni qu'il passa par Courtrai. Au contraire, il précise qu'il se rendit directement, via Lille, à Bruxelles puis à Vienne. Il n'était donc pas exclu qu'il rencontra Quackelbeen dans cette dernière ville, avant d'entreprendre son ambassade.

Effectivement les renseignements reçus de Vienne confirment que Guillaume Quackelbeen a été appelé par Ferdinand I^er^, de Louvain à Vienne en 1548 (*Eder. Catal. Rect. ad a. 1548*). Le D^r^ A. Schillings nous apprend que, dans la première de ces Universités, d'après l'examen des Matricules dont il poursuit en ce moment la publication, il apparaît que « *Guilhelmus de Cortraco Quakelbeen* » a été inscrit comme étudiant le 28 février 1543, soit à l'âge de seize ans, parmi les « *Castrenses divites* », c'est-à-dire résidant à la

Pédagogie du Château et payant le minerval entier. Le document n'indique pas la Faculté, mais il est certain qu'il étudia la Philosophie et les Langues, comme le prouvent son activité à Vienne et les archives de cette Université. Sur son séjour à Vienne de 1548 à 1554 et en 1555, nous avons été documenté principalement par le Dr E. Lesky.

Tout d'abord il faut noter que Quackelbeen n'enseigna nullement la médecine. Dans la « *Doctorum in Viennensi Academia brevis Depictio* » (*Reisacher*, 1551), il est qualifié : « *Art. et phil. Magister, archiducalis collegii Vienn. Collega* ». Les grades sont vraisemblablement ceux qu'il conquit à Louvain. Le document de 1548, cité par J. von Aschbach, spécifie d'ailleurs ce qui suit : « *Vocantur huc ex Lovaniensi Gymnasio tres insignes Philosophi : M. Andreas Dadius, Wilh. Coturnosius et Joan. Ramus...* ». Quackelbeen fut chargé d'enseigner la philosophie d'Aristote, notamment les « *Parva Naturalia* » et la « *Physica* ». En 1552 et 1553, il fut procureur de la « Nation » rhénane et, en 1552, Doyen de la Faculté des Arts.

Dans le document de 1551, qui nous renseigne sur ses grades, figurent également cinq distiques particulièrement élogieux. Nous y voyons une allusion au surnom latin qu'il reçut ou adopta à Vienne et aux vastes connaissances philosophiques, ainsi qu'aux talents poétiques qui étaient les siens. Nous ne pouvons résister au désir de les citer :

Ecce Sophoclaeo incedis Guilielme cothurno,
In Stragyraea equidem non rudis arte nites.
Ipsa tibi occultos Pallas infuderat ignes,
E tuo enim Musae doctiloquo ore sonant.
Sed modo fatidicam nolo memorare poësin,
Quae viget ingenio docta et amoena tuo.
Multiplices nosti sophiae dissolvere nodos,
Nec fallax vafra te capit arte dolus.
Naturae vires animaeque abscondita nobis
Pandis, Aristotelis dogmata vera docens.
(Au deuxième vers, il faut sans doute lire : *In Stagyraea...*)

En plus de ses fonctions de professeur, Quackelbeen s'appliquait à l'étude de la médecine. Il fut reçu Docteur en 1555, au retour de son premier voyage à Constantinople. Les Lettres de Busbecq nous apprennent en effet qu'il séjourna à Vienne de juin à novembre de cette année. Quackelbeen en profita pour se faire recevoir Docteur et les « *Acta facultatis medicae universitatis Vindobonensis 1490-1558* » précisent que les délais pour l'obtention du grade furent abrégés, en raison de son prochain départ pour la Turquie et en considération du fait qu'il avait été pendant de longues années élève de l'Université. Il fut reçu Bachelier en Médecine le 22 octobre, Licencié le 23 octobre, après avoir présenté, suivant la coutume, une dissertation sur deux questions médicales, enfin Docteur le 29 octobre. Quackelbeen a d'autant plus de mérite

d'avoir conquis ce titre pendant son bref congé, qu'il fut gravement malade au cours de cette période, ainsi qu'il le dit au début de sa lettre à MATTHIOLE.

Ajoutons encore que BUSBECQ fait allusion, dans sa première lettre, à la compétence de son médecin en numismatique (10).

Nous reparlerons des divers aspects de la carrière de Guillaume QUACKELBEEN, de façon plus détaillée, avec références et textes complets, dans la publication annoncée plus haut.

LE BOTANISTE.

Guillaume QUACKELBEEN appartient au siècle de DODOENS, DE L'ESCLUSE et DE LOBEL.

BÉTHUNE, dans son étude de 1904, exagéra sans doute lorsqu'il écrivit, au sujet de QUACKELBEEN, que « collaborateur trop modeste d'une personnalité célèbre, l'ambassadeur Auger BUSBECQ, il vit s'attacher à celui-ci la renommée qui, semble-t-il, lui revenait avant tout ». Comme notre collègue, le Prof. DUMON, nous croyons que cette affirmation est inacceptable. Tout d'abord, il y a lieu de remarquer que BUSBECQ parle à plusieurs reprises de plantes dans ses lettres, aussi bien avant qu'après la mort de QUACKELBEEN, et que les « Commentaires » et les Lettres de MATTHIOLE font allusion à des plantes et à des dessins envoyés par BUSBECQ, à la même époque. Dans ses « Commentaires » (p. 595), le savant italien déclare : « Ie lui suis donc attenu & obligé non seulement pour avoir receu de lui cette plante » (l'Hermodacte vrai), « ains plusieurs autres étrangieres, rares, non usuelles, pretieuses, tres belles à voir, qui sont plus de cinquante de nombre ». Il est certain que plusieurs introductions de plantes importantes, telles que la tulipe, le lilas, etc., sont dues à BUSBECQ, ce qui ressort des textes de MATTHIOLE et aussi de L'ESCLUSE. Toutefois, nous croyons que les mérites de QUACKELBEEN ont, malgré tout, été généralement sous-estimés et que la gloire de BUSBECQ, diplomate de grande classe, humaniste, archéologue, écrivain, naturaliste, philologue, ne serait guère diminuée si nous tentions de mettre en relief la part de QUACKELBEEN, dans le seul domaine de la Botanique. Dans la note (11) que nous consacrerons à BUSBECQ, nous mentionnerons d'ailleurs, à son actif, plusieurs plantes qui ne sont pas citées par ses biographes.

Comme le dit ELAUT, BUSBECQ semble avoir eu une prédilection pour la faune, tandis que QUACKELBEEN s'intéressait plutôt à la flore. En effet, l'ambassadeur ne parle que huit ou neuf fois de plantes dans ses Lettres et généralement brièvement, tandis qu'il parle fréquemment et le plus souvent très longuement d'animaux. C'est QUACKELBEEN qui correspondit avec MATTHIOLE, et BUSBECQ, en quelque sorte, consacre sa qualité de botaniste de la mission, dans sa première lettre (12), où il raconte comment il fit déterminer une plante, le « *Scordium* », par son médecin, et dans sa dernière lettre (13), où il

nous dit que Quackelbeen avait rassemblé beaucoup de notes qu'il comptait publier.

D'autres indices apparaissent dans la lettre de Quackelbeen à Matthiole. Dans son préambule, le botaniste flamand lui rend hommage et le compare à Vésale. Comme celui-ci, dit-il, a rénové l'Anatomie, vous avez rénové la Botanique (14) et vos travaux ont redoublé *mon ardeur dans l'étude de cette science*. Plus loin, à la troisième page de sa lettre, Quackelbeen, qui parle à plusieurs reprises de son chef avec une extrême déférence, prend un moment le ton protecteur du maître parlant de son disciple, lorsqu'il dit que l'ambassadeur « est rempli d'un zèle non moins grand que le mien pour l'étude des choses de la nature » et qu'un tel goût convient particulièrement à un homme de son rang. Enfin les « Commentaires » et les Lettres de Matthioli fournissent diverses preuves des mérites des deux hommes. A deux reprises, au début du premier ouvrage (dans l'Épître à l'empereur Maximilien II et dans la Préface aux lecteurs), Matthiole adresse des remerciements à Busbecq. Ces remerciements ne sont pas de pure forme et adressés à l'ambassadeur comme chef de la mission. De nos jours encore, les politesses sont adressées à l'ambassadeur et non à son attaché. En fait, Matthioli lui exprime sa reconnaissance pour l'envoi de plantes rares et surtout pour le don de manuscrits très précieux de Dioscoride. Dans le texte, Busbecq est cité fréquemment, même plus souvent que Quackelbeen (voir note 11). Jamais cependant Matthioli ne le qualifie de « studieux des plantes », comme il le fait pour Quackelbeen, mais il le nomme « très noble », « excellent personnage ». Une fois, il le qualifie « homme tressavant » (p. 96), au sujet d'un manuscrit de Dioscoride et de la traduction d'un passage difficile concernant le Cèdre.

Ainsi qu'il a été dit au début de cette étude, il ne reste qu'un texte botanique de Quackelbeen : sa lettre à Matthioli. Celui-ci parle cependant quelque part (15) de « nos Epistres à Gulielmus Quacelbenus ». Il doit y avoir aussi plusieurs lettres de Quackelbeen, car celui-ci dit qu'il se proposait de correspondre assidûment avec son collègue italien, et il fit certainement plusieurs envois de plantes. Une seule lettre cependant a été publiée, avec la réponse de Matthioli. Les notes de Quackelbeen aussi sont perdues, car Busbecq, dans sa dernière lettre, écrite à la fin de son ambassade, donne l'inventaire de tout ce qu'il a ramené et remis à l'Empereur et à la Cour de Vienne : médailles et monnaies anciennes, manuscrits grecs au nombre de 240, tapis, broderies, armes et cuirs ouvragés, etc., ainsi que des animaux vivants. Il dit aussi qu'il rapporte très peu de plantes, sauf en figures, qu'il réserve à Matthioli, car il en a envoyé beaucoup auparavant (16). Les notes botaniques de son médecin ne sont pas mentionnées.

Effectivement ces notes ne se trouvent pas à Vienne, ni aux Archives de l'État, ni à l'Université, ainsi qu'il résulte des recherches très minutieuses du Dr R. Blaas (16*bis*) et du Dr E. Lesky. Enfin, le Jardin botanique de Vienne ne possède pas d'archives, ni de documents historiques.

Nous tenterons maintenant de donner un aperçu des contributions de Quackelbeen à la Botanique au moyen des « Lettres » de Matthioli, dont nous avons pu trouver le texte à la Bibliothèque royale, d'une traduction française des « Commentaires » en notre possession, ce qui nous a permis de

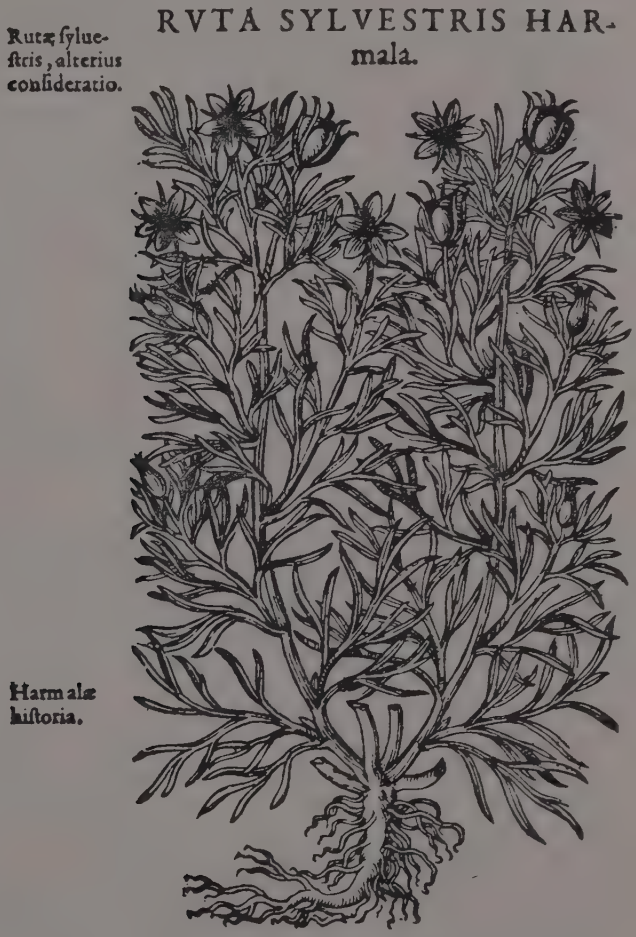


Fig. 1. — *Ruta sylvestris Harmel* (*Peganum Harmala* L.) in Matthioli : *Opera quae extant omnia* (Ed. Bauhin, 1958) p. 452. Le dessin a été fait par Quackelbeen ou exécuté sous sa direction.

(Photo Jardin Botanique de l'Etat, Bruxelles).

scruter le texte à loisir, et des « Lettres » de Busbecq. Nous avons aussi consulté le texte latin des « Commentaires », dans l'édition de Bauhin, au Jardin botanique de l'État à Bruxelles, pour nous assurer de la fidélité de la traduction, ce qui est le cas, contrairement à ce que nous avons constaté pour la traduction des « Lettres » de Busbecq (5).

La lettre de Quackelbeen est datée de Constantinople, le 26 juillet 1557 (le 7 des Calendes d'août 1557); la réponse de Matthioli partit de Prague le 4 décembre 1557 (la veille des Nones de décembre 1557). Ces lettres décrivent les échantillons composant un envoi assez abondant de plantes et de quelques minéraux et médicaments adressés de Constantinople à Vienne, où Matthioli se trouvait alors en qualité de médecin de l'Empereur (17). Toutes les plantes citées ne sont pas nécessairement indigènes en Turquie; l'envoi comportait aussi des produits que les caravanes y apportaient, en provenance de divers pays lointains. Plusieurs espèces étaient déjà connues à l'époque. Toutefois, Quackelbeen contribua à les faire mieux connaître, en procurant des spécimens authentiques ou des renseignements qui permirent de préciser ou rectifier les données que l'on possédait à leur sujet. Nous les énumérons dans l'ordre suivant lequel elles figurent dans les Lettres. Les références sont indiquées comme suit : pour la lettre de Quackelbeen par « Q » suivi de la page, pour la réponse de Matthioli et pour ses lettres à d'autres correspondants par « M » et la page. Enfin, lorsque les « Commentaires » traitent des mêmes plantes, en citant Busbecq ou Quackelbeen, par l'abréviation « Com. » suivie de la page dans la traduction française.

1. *Calamus vulgaris* ou *Acorus* (*Acorus Calamus* L., fam. des Aroïdées) : Q290, M297-361-599-601, Com.19-20. Dodoens en parle également (p. 422), mais en citant uniquement Busbecq, alors que Matthioli se réfère à l'ambassadeur et au médecin. Le botaniste italien emploie aussi les dénominations de *Calamus aromaticus* et *C. odoratus, Acorum verum, Acorus legitimus,* et dit que la figure qu'il présente a été dessinée d'après les spécimens envoyés de Constantinople.

2. *Ruta sylvestris Harmel* (*Peganum Harmala* L., Rutacées) : Q291, M298-362-537, Com.422. Matthioli l'appelle aussi *Ruta sylvestris Armola, Harmol, Harmala* ou *Harmola legitima.* Dans ses « Commentaires », il dit que « Le pourtrait de celle que voyez icy, m'a esté envoié de Constantinople par Gulielm. Quacelbenus Medecin ... » (voir fig. 1).

3. *Elissoth* ou *Herba gladiolus* (*Gladiolus sp.,* Iridacées) : Q291, M298. Dans sa lettre, Matthioli dit qu'il ne connaissait pas l'espèce, mais dans ses « Commentaires », il ne se réfère cependant ni à Quackelbeen, ni à Busbecq !

4. *Chesmezen :* Q292, M299. Cette plante n'est pas identifiable. Quackelbeen dit que Bellon l'identifie avec l'*Acacalis.* Matthioli ne connaît pas la graine, mais ne croit pas que ce soit l'*Acacalis,* parce qu'elle ne ressemble pas à celle du *Myrica.* Il traite de cette dernière plante, qui est le *Tamaris* ou *Tamarix,* dans ses « Commentaires » (pp. 110-111).

5. *Castanea equina* (*Aesculus Hippocastanum* L., Sapindacées) : le Marronnier d'Inde, dont nous devons l'introduction à Guillaume Quackelbeen : Q292, M300 et 361, Com.143. Dans sa lettre, Matthiole demande des renseignements supplémentaires sur cette espèce qu'il ne connaissait pas. Dans ses « Commentaires » il précise que « Guillaume Quacelbene Flamand, excellent Médecin, m'en a envoyé de Constantinople une branche avec son fruit, avec plusieurs autres choses, desquelles j'ai plus amplement escrit en mes Épistres ». Il en donne une bonne représentation.

6. 7. 8. *Cardamomum :* Q292, M300. L'envoi en comportait de trois sortes qu'il serait difficile d'identifier, car ce nom est donné à diverses espèces de plantes condimentaires, si Matthiole n'en traitait aussi dans ses « Commentaires » (pp. 23-25). Il ne se réfère cependant pas à nos compatriotes. Il décrit longuement les trois espèces sous les noms de *Cardamomum minus, C. medium* et *C. majus,* qui semblent correspondre respectivement à *Aframomum Melegueta* K. Schum., *Elettaria Cardamomum* Maton et *E. Cardamomum* var. *major,* trois plantes à graines condimentaires de la famille des Zingibéracées.

9. 10. 11. *Carnabadium* ou *Cuminum aethiopicum :* Q292, M281-282-300-600. Il peut s'agir de l'une ou l'autre des Ombellifères suivantes : *Carum Carvi* L., *Carum* sp. ou *Cuminum* sp. Quackelbeen fait en même temps allusion à un texte de Matthiole concernant l'*Ornithogallum* et le *Doronicum* (*Aconitum Napellus* L., Renonculacées) : Q292, Com.582-9. Ici les deux botanistes discutent une question de terminologie. L'Italien semble croire que le *Carnabadion* des Grecs correspond au *Doronicum,* tandis que le Flamand croit que les Grecs désignaient sous ce nom le Cumin. Ce que l'*Ornithogallum* vient faire ici n'est pas clair. Matthiole en parle encore dans deux lettres à des tiers (pp. 281-2 et 600), l'une de janvier 1557 (voir note 17), l'autre de 1559 ou 1560. La première parle de Quackelbeen en des termes très flatteurs que nous citerons plus loin. Dans la seconde, on lit en marge : « *Carnabadium esse Carum* » et dans le texte : « *Quae si conferantur cum his quae de Caro scripserunt tum Graeci, tum etiam Arabes...* », ce qui montre que Matthiole était alors revenu de son erreur et que Quackelbeen était aussi bon linguiste que botaniste.

12. *Coulcoul et Hebulben :* Q292, M300. Il est possible qu'il s'agisse de deux choses différentes. Matthiole dit cependant qu'ils correspondent au *Staphylodendron* de Pline et que lui-même en traite au paragraphe concernant les Pistachiers chez Dioscoride. Effectivement, les « Commentaires » (pp. 174-5) décrivent le Pistachier (*Pistacia vera* L., Anacardiacées) et le *Staphylodendron* ou Pistachier sauvage. Dodoens (pp. 1374-6) fait de même et identifie *Coulcoul et Hebulben* avec *Staphylodendron,* « pimpernoot » et « *nux vesicaria* », ce qui correspond au faux pistachier (*Staphylaea pinnata* L., Sapindacées). A cette occasion, il cite son compatriote.

13. *Caphura viva :* Q292, M300. Quackelbeen le décrit comme une résine, sur les propriétés de laquelle les Turcs l'ont probablement abusé, car il dit

qu'elle est aphrodisiaque. Il s'agit en réalité du camphre produit par *Cinnamomum Camphora* Nees et Eberm. (Lauracées).

14. *Juncus odoratus :* Q293, M300. Matthiole croit plutôt que c'est le *Squinanthum*, tandis que dans ses « Commentaires » (pp. 43-44) il semble dire que c'est la même chose. Il s'agit d'une plante aquatique non identifiée, qui est mentionnée également chez Dodoens (pp. 1016-1017-1570), sous les noms de : *Schoenanthum*, « Pasture de chameau », « Kemelshoy ».

15. *Maslach :* Q293, M301. Stupéfiant provoquant l'ivresse, voire un état démentiel. Quackelbeen ne décrit pas le mode d'utilisation; il dit simplement que les Turcs en usent parce que leur loi interdit la consommation du vin. Il s'agit certainement du chanvre indien ou « haschisch » des Arabes : *Cannabis sativa* L. var. *indica* (Cannabinacées).

16. *Nux Farfalach :* Q293, M301, Com. 178. Quackelbeen pense qu'il s'agit de la noix vomique (*Strychnos Nux vomica* L., Loganiacées). Matthiole est du même avis et dit qu'il en a acheté à Venise à ceux qui trient les noix de muscade (!). Dans ses « Commentaires », il en reparle en citant « Guil. Quaccelbenus médecin excellent », mais il croit à ce moment que ce sont des « Noisettes ou Avellanes des Indes, que Serapion nomme Fausel ». Il s'agirait dans ce cas, non de la noix vomique, mais de la noix du palmier Aréquier : *Areca Catechu* L.

17. *Nux ex Aegypto :* Q293, M301, Com.150. Il s'agit de la noix extrêmement dure (pouvant servir comme ivoire végétal) produite par le « palmier doum » : *Hyphaene thebaica* Gaertn. L'espèce n'était pas connue de Matthioli. Dans ses « Commentaires », il en reparle sous le nom de *Cuciophoron* et dit que « Guil. Quaccelbene Flamand » lui en a envoyé de Constantinople.

18. *Sadethz* ou *Dembeheuna* (en arabe) : Q294, M302. Quackelbeen dit que c'est une plante dont le suc sert à préparer des collyres, mais qui n'est pas le *Glaucium*. Dans ses « Commentaires » (p. 456), Matthioli parle de cette substance, sans faire allusion à l'envoi de notre botaniste. Il dit que le *Glaucium* est le suc d'une plante que les Arabes nomment *Memithe*. Dodoens de son côté (pp. 798-801, 1072, 1474) en parle sous les noms de : *Glaucium, Memithe, Papaver corniculatum rubrum,* plante connue actuellement sous le nom de *Glaucium corniculatum* Curt. ou *G. rubrum* Sib. (Papavéracées).

19. *Cassabousserire :* Q294, M302. Quackelbeen dit qu'il ne s'agit pas du *Calamus aromaticus* des apothicaires turcs, mais que ce pourrait être le *Spodium* d'Avicenne. Matthiole n'est pas de cet avis et pense qu'il s'agit de l'*Alcanna* ou « *Ligustrum* », plante qui n'a rien de commun avec notre troène. Ce passage est obscur. Il semble être question d'une plante aquatique et la lecture des « Commentaires » (pp. 109-110) fait effectivement supposer qu'il s'agit d'un roseau, *Phragmites, Cyperus* ou autre. Chez Dodoens (pp. 1305-8), il est question d'*Alcanna* ou *Cyprus* ou Henné (voir n° 27), ainsi que de *Ligustrum* qui sont deux choses différentes et nullement des Monocotylées !

20. *Zedoaria indica :* Q294, M282-283-303-597, Com.345-589. Matthiole cite plusieurs fois Quackelbeen au sujet de cette plante, dans sa correspon-

dance avec divers botanistes et cela en termes particulièrement flatteurs. Il fait de même dans ses « Commentaires », où il dit (p. 589) : « Ce que Gulielm. Quacelbenus Flamand, Medecin savant, et grand herboriste m'a fait accroire, lequel ces années dernières devant que mourir m'envoia de Constantinople des racines d'antore, lesquelles les marchans qui les lui avoient vendues assez cher apelloient zedoaria ». Cette plante nouvelle pour MATTHIOLE, et qui l'a intéressé au plus haut degré, est le gingembre : *Zingiber officinale* ROSC. QUACKELBEEN en parle comme d'un produit particulièrement précieux, servant de remède contre tous les poisons (18).

Telles sont les plantes dont QUACKELBEEN parle dans sa lettre. La réponse de MATTHIOLE traite en outre de plusieurs autres espèces, ce qui semble indiquer que l'envoi était plus important ou qu'il y en avait eu d'autres (ce qui est probable).

21. 22. *Behen album* et *rubrum :* M303, Com.428. *Behen album,* d'après les « Commentaires » où QUACKELBEEN est cité, semble être une Ombellifère : carotte (blanche) ou *Daucus carotta* L. ou panais, c'est-à-dire *Pastinaca sativa* L. *Behen rubrum* serait la carotte rouge (Com.427) ou une autre plante que MATTHIOLE appelle aussi *Limonium* (Com. 536-7) et que DODOENS (pp. 615-6) semble décrire également sous les noms de « Roode Valeriane », *Limonium,* etc. Enfin DE LOBEL (p. 415) en parle aussi sous les noms de « Roodt Behen vande Nederlanden », *Valeriana rubra Dodonaei,* etc. Il s'agirait alors de la Valériane rouge ou Valériane des jardins : *Valeriana rubra* L. ou *Centranthus ruber* DC. (Valérianacées) ou éventuellement le *Statice Limonium* L., une Plombaginée !

23. *Bdellium :* M304. C'est la gomme d'un arbre d'Arabie. Dans ses « Commentaires » (p. 72), MATTHIOLE dit que l'arbre a la taille de l'olivier, la feuille semblable à celle du chêne et le fruit ressemblant à celui du figuier sauvage et que l'espèce est différente de la Myrrhe. VAN RAVELINGEN (in DODOENS, éd. 1608, pp. 1466-7) en parle longuement, mais affirme qu'en son temps le *Bdellium* n'était plus connu. Dans ce cas, il n'y aurait guère de chances de l'identifier ! Matthias DE LOBEL (1581) est cependant affirmatif; il assure que le *Bdellium* n'est autre que la Myrrhe ou du moins que ce sont deux plantes épineuses très voisines, comme le sont la forme sauvage et la forme cultivée d'une même espèce. Toutefois l'identification reste aléatoire, puisqu'il y a plusieurs espèces de Myrrhe : *Balsamodendron Myrrha* NEES ou *Commiphora Myrrha* ENGL. etc., ainsi que d'autres plantes de la famille des Burséracées.

24. *Hermodactylus :* M304, Com. 595-6. MATTHIOLE incline à croire que c'est l'Hermodacte vrai; il souhaite en recevoir du matériel supplémentaire et BUSBECQ lui en procurera. En effet dans les « Commentaires » il est dit que : « la vraie plante d'hermodacte, laquelle j'ai fait ici pourtraire, et ce de la libéralité d'excellent personage Augier de Busbeke Flaman, qui l'a apportée de Constantinoble, où il a demeuré sept ans continus... ». Ce passage montre

l'étroite collaboration entre l'ambassadeur et son médecin. L'hermodacte de Matthiole correspond à l'*Iris tuberosa* de Dodoens et de Linne.

25. *Zaccharum Alhasser :* M305. Il ne s'agit pas de la Canne à sucre. Matthiole demande à Quackelbeen de s'assurer de l'origine exacte et de l'authenticité du produit envoyé, qui, d'après les indications des « Commentaires » (p. 257) est une « manne », c'est-à-dire l'exsudat sucré de certaines plantes. Il ne semble pas possible de l'identifier avec la manne de Perse, sécrétée par des arbrisseaux épineux du genre *Alhagi* (Papilionacées), car Matthiole dit que l'*Alhasser* est un arbre à feuilles larges, à gros fruits et que son bois est « léger, gros, droit et beau ».

26. *Argillada, Pseudocassia, Cassia lignea :* M305. Les « Commentaires » en traitent (pp. 35-40) sans citer nos compatriotes. Il s'agit d'une cannelle de qualité inférieure produite par *Cinnamomum Cassia* Bl. ou « Cannelier casse » (Lauracée originaire de Chine).

27. *Herba tinctoria :* M305, que Matthiole ignorait, mais qu'il croit correspondre à la plante que les Turcs emploient pour teindre leurs chevaux en rouge, c'est-à-dire *Lawsonia alba* Lam., le « Henné » (Lythrariacée du bassin Méditerranéen), le « *Cupros* » ou « *Cyprus* » des Anciens.

28. *Platanus orientalis* (*Platanus orientalis* L., Platanacées) : il n'en est pas question dans la correspondance des deux botanistes, mais bien dans une lettre de Matthiole à Aldrovandi, avec référence à Quackelbeen (p. 361, septembre 1559) et dans les « Commentaires » (p. 101), où il est dit : « En Asie les planes sont beaucoup plus grans. Les feuilles que Guillaume Quaccelbene Medecin tressavant m'a envoyées de Constantinoble avec le fruit, sont plus grandes que les feuilles de vigne : le fruit aussi gros qu'une noix, et plus velu que celui qui croist en Italie ». La connaissance de cette espèce est donc due à Quackelbeen.

Matthioli parle encore de cinq autres plantes dans ses « Commentaires » ou dans ses Lettres, en faisant allusion à Busbecq seul (voir note 11) : *Poterium* (*Astragalus Poterium* L., Papilionacées), *Scammonium* ou « Scammonée d'Alep » (*Convolvulus Scammonia* L., Convolvulacées), *Arum d'Egypte* (*Colocasia antiquorum* Schott., Aracées), *Acacia II* (*Spartium spinosum* L., Papilionacées) et « *Lilac* ou *Ben* » (*Syringa vulgaris* L., Oléacées). Enfin il donne une figure (p. 654) d'un *Narcisse de Constantinople,* sans autres indications. On peut légitimement supposer qu'il le tenait de Busbecq et/ou de Quackelbeen. Il ne parle pas de la tulipe, dont on attribue généralement l'introduction à Augier de Busbecq. Nous renvoyons pour cette question à ses biographes (voir note 11).

Enfin divers auteurs, Bethune et Kickx notamment, mentionnent encore à l'actif de nos compatriotes quelques espèces, dont Matthiole traite dans ses « Commentaires », sans les citer : *Scordium* (*Teucrium Scordium* L., Labiées), *Stoechas* (*Lavandula Stoechas* L., Labiées), *Stoebe* (*Gundelia Tournefortii* L., Composées), *Narcissus orientalis* L. (Amaryllidacées), *Hyacinthus*

Muscari L. (*Muscari moschatum* Mill., Liliacées), la réglisse (*Glycyrrhiza glabra* L., Papilionacées) et le riz (*Oryza sativa* L.).

Toutes ces espèces sont mentionnées dans les Lettres de Busbecq. La quatrième est sans doute celle que Matthiole désigne sous le nom de « Narcisse Constantinople ». Busbecq en signale encore d'autres qui ont échappé à ses biographes et que nous indiquerons dans la note n° 11. Le *Scordium* était bien connu de Quackelbeen, comme sans doute aussi les autres espèces mentionnées ici et plus haut. Nous avons vu qu'il l'avait identifié, au cours de son premier voyage, et utilisé comme remède contre la peste.

Il est à remarquer que Quackelbeen ne parle pas du café dans sa lettre et n'en joint pas à son envoi. Dans les Lettres de Busbecq, aucune allusion n'est faite à ce breuvage et dans les « Commentaires » de Matthiole il n'en est pas fait mention. Ceci prouve que le café était encore inconnu dans ces régions, à ce moment, car il n'aurait certainement pas échappé à l'attention de Quackelbeen ou de l'ambassadeur, tous deux « curieux » des plantes autant que des usages et des mœurs des populations qu'ils rencontraient (19).

Telles sont les contributions de Guillaume Quackelbeen à la science botanique. Les plus importantes concernent : *Acorus Calamus, Peganum Harmala, Gladiolus* sp., le Marronnier d'Inde, les cardamomes, le cumin, le camphre, le chanvre indien, le « palmier doum », le gingembre, *Iris tuberosa, Cinnamomum Cassia,* le Henné et le Platane d'Orient. Les principales introductions à mettre à son actif sont celles du Marronnier d'Inde, du Platane d'Orient, d'un glaïeul, *Peganum Harmala* et *Iris tuberosa.*

Pour terminer, nous ne pourrions mieux faire que de citer les appréciations de Busbecq et de Matthiole :

1. Busbecq, Lettre IV, pp. 225-6 : « *Quod dixi, eum cuius fiducia maxime niti solebamus, morte nobis ereptum, fuit is medicus Gulielmus, optimus mihi et fidissimus longinquae peregrinationis comes... Sic sum orbatus homine mihi carissimo, et rebus meis opportunissimo... Nec minus damni fecit in eius morte respub. literaria. Multa viderat, didicerat, annotaverat, quae in communem usum aliquando edere cogitabat : mors praeclaros conatus interrupit. Eius quidem fidelitas, et rerum usus tanti a me fiebat, ut si fuissent passa tempora, et mihi reditus permissus fuisset, dubitaturus non fuerim eum loco meo Constantinopoli relinquere... Pax sit piis boni viri manibus. Posui ei monumentum, quo debitum virtuti eius testimonum dedi* ».

2. L'épitaphe à laquelle il est fait allusion dans ce texte a été donnée au début de cette note (p. 114).

3. Matthioli, Lettres, Livre III, p. 296 : « *Gaudeo sane abs te viro apprime erudito commendari labores nostros... At quum iam dudum mihi compertum sit, quanta animi propensione rem plantariam excolas...* ». Ces passages de la lettre de Matthiole à Quackelbeen peuvent sembler politesses obligées. Il n'en est pas de même de plusieurs passages des « Commentaires » publiés après la

mort de QUACKELBEEN et surtout de certaines lettres adressées à des tiers et qui n'étaient pas destinées à être publiées.

4. MATTHIOLI, Commentaires « mis en François par Jean des Moulins » (1572), p. 101 : « Guillaume Quaccelbene Medecin tressavant... »; p. 143 : « Guillaume Quacelbene Flamand, excellent Medecin... »; p. 178 : « Guil. Quacelbenus Medecin excellent... »; p. 589 : « Gulielm. Quacelbenus Flamand, Medecin savant, et grand herboriste... ».

5. MATTHIOLI, Lettres, Livre II. p. 282 : à Gabriel FALOPPIO : « *Gulielmus Quacelbenus Flandrus eruditissimus Medicus, et rei plantariae studiosissimus Constantinopoli, una cum plerisque aliis peregrinis ac raris simpli. medicamentis ad me miserit Aethiopicum Cuminum...* ».

6. IBIDEM, Livre V, p. 597 : à Pietro AZAIGLA : « *Gulielmus Quacelbenus Curtacensis Medicus apprime doctus, et in simplicium medicamentorum cognitione diligenter versatus...* ».

Enfin, nous pourrions rappeler ici les distiques cités plus haut, et ajouter le passage suivant de Michael DENIS (Wiens Buchdruckergeschicht bis MDLX, 1782, p. 494) : « *einem der drey Niederländer, die 1549, auf unsre Universität beruffen worden sind, und ihr Ehre gemacht haben* ».

On ne peut que regretter que la mort empêcha cet homme de donner toute sa mesure et souhaiter (ce qui a été fait depuis longtemps pour BUSBECQ) qu'un botaniste belge honore sa mémoire en lui dédiant un genre nouveau. La flore congolaise en offre de multiples occasions.

Louvain, 14 avril 1960.

NOTES.

(1) *Petri Andreae* MATTHIOLI *Senensis Medici Epistolarum Medicinalium Libri Quinque*, 1564, Livre III, p. 295. L'édition Bauhin de 1598 donne également l'adjectif « *Curtacensis* ». Sans aucun doute QUACKELBEEN lui-même aura utilisé le même adjectif. Toutefois dans les deux éditions, on lit, à la première page de sa lettre (p. 287 et 100 resp.), l'abréviation « *Curtacen* » ce qui pourrait laisser un certain doute. Plusieurs biographes ont cependant lu « *Cortracenus* » qui ne figure dans aucun des deux préambules!

(2) Les renseignements généalogiques du Dr J. SOETE ont paru sous sa signature ou ont été communiqués par lui à d'autres auteurs, auxquels nous les empruntons (voir bibliographie).

(3) En réalité, l'épitaphe avait déjà été découverte une première fois vers 1908 par A. D. MORDTMANN. C'est ce que nous apprend le Dr ELAUT qui se base sur des données de F. BABINGER (Hans Dernschwam's Tagebuch einer Reise nach Konstantinopel und Klein-Asien. — Studien zur Fugger-Geschichte, VII, München-Leipzig, 1923, p. 299).

(4) Nous transcrivons le texte de l'épitaphe, tel qu'il est reproduit dans les études de LAMBRECHTS, DE WAELE et ELAUT. Ce texte appelle quelques remarques. « *Coturnossius* » apparaîtrait comme une plaisanterie de mauvais goût, si nous ne savions que QUACKELBEEN était connu sous ce nom à Vienne. Il était donc important de le rappeler. Le patronyme de notre botaniste appartient à la catégorie des sobriquets et désigne une personne à la démarche vacillante, incertaine. Tel est le sens suggéré par la consultation du « Westvlaamsch Idioticon » de L. L. DE BO. « KWAKKEL » signifie aussi « caille », en latin « *coturnix* »; « been » correspond à « jambe » ou « os ». On peut aussi imaginer une allusion à « cothurne ». En réalité c'est tout cela qui a inspiré les auteurs du surnom. Voir le premier vers des distiques, ainsi que celui-ci : « *Rite coturnicis nomen et ossis habes* » que lui adressa son collègue et ami J. RAMUS. Quoiqu'il en soit, ni QUACKELBEEN, ni MATTHIOLI, ni BUSBECQ (sauf dans l'épitaphe) ne l'utilisèrent dans la suite.

(5) Édition latine de Hanovre, 1605, p. 224-226. Traduction française de l'abbé De Foy, 1748, tome II, p. 269-270. Le traducteur n'est pas toujours fidèle (voir notes 7 et 16). Par ailleurs, il retranche certains passages du texte pour les placer en note. De plus, à d'autres endroits, il ajoute des notes personnelles, ce qui prête à confusion.

(6) Ibidem, p. 79-80. Trad., tome I, p. 197-199.

(7) Ibidem, p. 13 : « *Interea vero, cum medicum habere me Guilielmum Quacquelbenum virum cum in omni philosophia versatissimum, tum artis medicinae scientissimum intelligeret...* ». Trad., tome I, p. 25 : le traducteur rend ce passage très librement, ajoute un adjectif peu heureux et atténue fortement la qualification principale, faisant dire à Busbecq : « c'étoit ce pauvre (?) Guillaume Quakelben, homme de bon sens, et fort expérimenté dans son Art. »

(8) Ibidem, p. 78 et 82. Trad., tome I, p. 194 et 204.

(9) « *Bibliographia Busbequiana* » publiée par l'Académie Flamande des Sciences, dans le volume commémoratif du 4e centenaire de l'ambassade d'Ogier de Busbecq (1954).

(10) Édition latine de Hanovre, 1605, p. 20. Trad., tome I, p. 40.

(11) Ogier Giselin de Busbecq (1522-1591), né à Comines, fut chargé de diverses missions diplomatiques, dont les plus importantes le conduisirent en Turquie (1554-1562) et en France. En véritable humaniste, il s'intéressait à toutes les sciences. C'est ainsi que ses Lettres contiennent de nombreux renseignements sur la faune et la flore des pays qu'il visita. Ses mérites dans le domaine botanique sont certains et nous lui devons l'introduction de plusieurs plantes ornementales importantes, telles que la tulipe, le lilas, *Spartium spinosum* L., etc. Ses relations avec Matthioli, médecin de l'empereur Ferdinand, l'amenèrent à lui envoyer renseignements, plantes et dessins qu'il faisait exécuter à son intention. Nous trouvons de ce fait plusieurs allusions à lui et à Guillaume Quackelbeen, dans les publications du botaniste italien. Nous en avons fait le relevé : dans les « Commentaires » son nom est mentionné onze fois, y compris deux hommages dans l'épitre dédicatoire et la préface, celui de Quackelbeen huit fois, outre une citation commune. Dans le chapitre traitant des minéraux, au paragraphe du « Nitre » (p. 738), Quackelbeen est cité encore une dernière fois. Dans les « Lettres » de Matthioli à des tiers, Busbecq est cité deux fois, Quackelbeen quatre fois et ensemble une fois. Les remerciements du savant italien sont libellés ainsi, d'après le texte de J. Des Moulins :

« Mais en mes derniers labeurs le tresnoble Augier de Busbecke Flamand m'a beaucoup servi, lequel estant Ambassadeur envers l'Empereur des Turcs à Constantinople pour l'Empereur Ferdinand, m'a de là envoyé plusieurs plantes rares et étrangères : davantage il en a apporté des trésanciens exemplaires de Dioscoride seulement pour l'amour de moi, par le moien desquels cet œuvre a receu une grande lumière, come nous dirons plus amplement ci-après...

» A ce faire i'ay esté fort aidé par Augier de Busbecke Flamand, qui a esté durans sept ans Ambassadeur pour l'Empereur Ferdinand, envers l'Empereur des Turcs. Lequel apporta avec luy de Constantinople deux fort anciens exemplaires de Dioscoride pour m'en faire plaisir. L'un desquels il avoit eu de Antoi. Catacuzene Patrice de Constantinople : l'autre d'un certain trucheman de l'Empereur (les Turcs l'appellent Dragoman). Par le moien d'iceux i'ai corrigé non seulement le vulgaire exemplaire de Dioscoride en plusieurs endroits, ains aussi la traduction de Ruel, comm'un chacun pourra voir par les annotations que i'ai mis en la marge... »

Quant aux plantes introduites par Busbecq ou sur lesquelles il a fourni des renseignements ou du matériel d'étude, nous avons relevé ce qui suit :

1. *Tulipe* : Matthiole n'en parle pas dans ses « Commentaires », mais Charles De L'Escluse (*Rariorum plantarum Historia*, Anvers, 1601, livre II, p. 142) dit que Busbecq lui donna en 1570 une très grande quantité de semences et de bulbes de tulipes. Voir aussi Dodoens (p. 388).

Les « Commentaires » font allusion à une dizaine d'espèces végétales dont Busbecq envoya des échantillons ou des dessins :

2. « *Lilac* ou *Ben* » : le lilas (p. 651).

3. *Acorus Calamus*, conjointement avec Quackelbeen (p. 19-20).

4. *Cèdre* (*Cedrus sp.*) : au sujet de la traduction d'un passage difficile concernant cet arbre chez Dioscoride (p. 96-7).

5. *Acacia II* (*Spartium spinosum* L.) : dont Busbecq avait envoyé un dessin (p. 134-5).

6. *Micocoulier* ou « *Lotus arbor* » (*Celtis australis* L. Ulmacées) : p. 166.

7. *Arum d'Egypte* (*Colocasia antiquorum* SCHOTT) : p. 277.

8. « *Cichorée de Constantinople* » (p. 311).

9. *Poterium* (*Astragalus Poterium* L.) : p. 389-390. MATTHIOLE en parle aussi dans ses Lettres (livre V, p. 635). C'est une plante voisine de l'*Astragalus creticus* LAM. qui produit la gomme adragante.

10. *Hermodacte* (*Iris tuberosa* L.) : p. 595.

11. *Scammonée* (*Convolvulus Scammonia* L.) : p. 663 et Lettres p. 533.

Enfin, dans ses Lettres, BUSBECQ signale diverses plantes, dont plusieurs n'ont pas été mentionnées ci-dessus. Nous donnons la référence à l'édition latine de 1605 et à la traduction de 1748 :

1re letre : riz (p. 31/71); tulipes, jacinthes et narcisses (p. 31/71); réglisse (*Glycyrrhiza glabra* L., p. 63/158); *Scordium* (*Teucrium scordium* L., Labiées) employé par QUACKELBEEN comme remède contre la peste (p. 79/197).

3e lettre : *Panicum*, une céréale désignée actuellement sous le nom de *Setaria italica* P. BEAUV. (p. 152/94); « *Anguria* », une Cucurbitacée donnant un fruit excellent et très rafraîchissant: melon ou probablement la pastèque, *Citrullus vulgaris* SCHRAD. (p. 167/128).

4e lettre : *Stoechas* (*Lavandula Stoechas* L.), *Myrtus aculeata* ou Myrte épineux (*Ruscus aculeatus* L., Liliacées) et *Stoebe* (*Gundelia Tournefortii* L., Composées, p. 227/271); *Napel* ou *Aconitum Napellus* L. (Renonculacées) que, nous dit BUSBECQ, son médecin avait déterminé (p. 248/316); enfin un baume très précieux (p. 270/349) : DE FOY ajoute « de la Mecque », il s'agirait donc de *Commiphora Opobalsamum* ENGL. (Burséracées), très voisin de la myrrhe, peut-être le *Bdellium* (voir n° 23 dans le texte).

Les biographes de BUSBECQ n'ont pas relevé le cèdre, le micocoulier, la colocase, la scammonée et la chicorée de Constantinople mentionnés dans les « Commentaires », de même que le *Setaria italica*, la pastèque, le myrte épineux et le baume de la Mecque cités dans les Lettres de l'ambassadeur.

Enfin MATTHIOLE parle encore, dans ses « Commentaires », de deux plantes dont apparemment il a reçu du matériel de BUSBECQ ou de QUACKELBEEN, puisqu'il dit les avoir reçues de Constantinople : le « Vermillon de Constantinople » ou Chêne Kermès (p. 557-8) et le Narcisse de Constantinople (p. 654).

(12) Édition latine de Hanovre, 1605, p. 79-80. Trad., tome I, p. 197-198.

(13) Ibidem, p. 226-7. Trad., tome II, p. 269.

(14) L'allusion à VÉSALE (1514-1564), dont les travaux avaient paru récemment (1543 et années suivantes), montre que QUACKELBEEN les connaissait et partageait les idées de leur auteur, ce qui prouve qu'il n'avait pas l'esprit routinier de beaucoup de ses contemporains. L'hommage à MATTHIOLE est peut-être un peu exagéré. Si celui-ci commence à se libérer des Anciens, le vrai rénovateur de la Botanique est cependant son contemporain DODOENS, suivi peu après par L'ESCLUSE et DE LOBEL.

(15) « Commentaires », p. 345

(16) Édition latine de Hanovre, 1605, p. 294 : « *Nihil paene stirpium neque herbarum retuli, nisi depictarum, quas Mathiolo servo, nam acorum, et alia pleraque multi sunt anni, cum ad eum misi.* » Dans les éditions Elzeviriennes de 1633 et 1660, le texte est altéré, car on y lit : « *..., quas Matthiolo servo mandaram, et alia...* ». DE FOY (1748, tome II, p. 395) a vu ce dernier texte et le rend de façon fantaisiste : « J'avois donné ordre à un de mes Gens de ramasser soigneusement toutes les plantes que j'avois remarqué (sic), mais il l'a oublié, je n'en ai rapporté que quelques-unes en figures » (!).

(16bis) Le Dr R. BLAAS a bien voulu, à notre demande, rechercher aussi la présence éventuelle des manuscrits de QUACKELBEEN parmi les documents de BUSBECQ conservés aux Archives de Vienne. Ces documents sont classés dans le fonds « Turcica I », liasses 11-16 et se composent de plusieurs centaines de rapports, en grande partie chiffrés. De multiples sondages, au cours desquels plus de la moitié des actes ont été examinés, n'ont donné aucun résultat. Ajoutons à l'intention des chercheurs qu'il est à présumer que ce fonds n'a jamais été exploité par les historiens belges. Il semble d'ailleurs ignoré en Belgique, car il n'est pas mentionné dans la « *Bibliographia Busbequiana* » (voir note 9), ni dans l'inventaire publié par l'Académie Royale de Belgique (J. RUWET, Les archives et bibliothèques de Vienne et l'histoire de Belgique, Bruxelles, 1956, 963 pp.). Les spécialistes de l'histoire et des services diplomatiques disposent sans doute des moyens nécessaires pour reconstituer les codes secrets.

(17) L'envoi semble être parti beaucoup plus tôt, car MATTHIOLE en parle déjà dans une lettre datée de janvier 1557, adressée à Gabriel FALOPPIO (Lettres, livre II, p. 282), ou bien, ce qui est probable, il y eut plusieurs envois. La lettre de QUACKELBEEN traite, outre des plantes, de quatre minéraux : une sorte d'alun, le chrysocolle (borax), l'hématite et le nitre (salpêtre), et de trois substances d'origine animale : le bézoard (calculs se formant dans divers organes), la « *Blattia Byzantia* » ou « ongle aromatique » (une coquille) et l'« *Alcyonium* » (une substance tirée des nids d'alcyons).

(18) Il est à noter qu'à l'époque on confondait parfois avec le gingembre une autre Zingibéracée, le curcuma (*Curcuma domestica* VAL.) ou safran des Indes, qui entre dans la préparation du « curry ». QUACKELBEEN et MATTHIOLE ne font pas cette erreur (voir les « Commentaires », p. 23).

(19) Ce n'est qu'en 1574 que le café sera décrit pour la première fois par Charles DE L'ESCLUSE, dans la deuxième édition de son « *Aromatum et simplicium aliquot medicamentorum apud Indos nascentium Historia* » (Anvers, Plantin, 1574, p. 214-5). Nous avons publié ce texte et quelques autres, avec la figure, dans le Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer (janvier 1960, p. 286-292).

BIBLIOGRAPHIE.

BABINGER, F. — Hans Dernschwam's Tagebuch einer Reise nach Konstantinopel und Klein-Asien. *Studien zur Fugger-Geschichte*, München-Leipzig, VI, 314 p. (1923).

BÉTHUNE, J. — Un botaniste courtraisien, Guillaume Quackelbeen. *Cercle Hist. Archéol. Courtrai*, II, 3 : 112-127 (1904-05).

DE L'ESCLUSE, Ch. — Rariorum plantarum Historia. Plantin, Anvers (1601).

DE LOBEL, M. — Kruydtboeck... Plantin, Anvers (1581).

DENIS, M. — Wiens Buchdruckergeschicht bis MDLX. Mappler, Vienne (1782).

DE POTTER, F. — Geschiedenis der stad Kortrijk. Annoot-Braeckman, Gand, vol. IV (1876).

DE WAELE, F.J. — De Vlaamse arts Willem Quackelbeen. *Wetenschappelijke Tijdingen*, Gand, XV, 2 : 42-46 (1955).

DODOENS, R. — Cruydt-Boeck.... Van Ravelingen, Leyde (1608).

DUMON, A. — De betekenis van de Busbecq in de ontwikkeling van de plantenkunde gedurende de XVI^{e} eeuw. *Kon. Vl. Acad. Wet. Lett. Sch. Kunst. België*, Augerius Gislenus Busbequius, p. 24-37 (1955).

ELAUT, L. — De briefwisseling tussen Willem Quackelbeen en Pierandrea Mattioli. *Biologisch Jaarboek, Dodonaea*, Gand, XXII : 50-74 (1955).

GISELIN de BUSBECQ, O. — D. Legationis turcicae Epistolae quatuor. Typis Wechelianis, Hanoviae (1605).

— Omnia quae extant. Lugduni Batavorum, ex Officina Elzeviriana (1633 et 1660). — Lettres du Baron de Busbec, traduites par l'Abbé De Foy, 3 vol. Bauche et d Houry, Paris (1748).

HEURSEL-DE MEESTER, V. — Archéologie végétale des « Simples » d'après Dodonée, Matthioli, C. Clusius, etc. Tyberghien-Fraeys, Ypres (1912).

KICKX, J. — Esquisses sur les ouvrages de quelques anciens naturalistes belges. *Bull. Acad. Roy. Belg.*, p. 202 (1838).

LAMBRECHTS, P. — Busbecq als humanist. *Kon. Vl. Acad. Wet. Lett. Sch. Kunst. België*, Augerius Gislenus Busbequius, p. 38-52 (1955).

Matthioli, P. A. — Commentaires sur les six livres de Dioscoride, traduits par J. Des Moulins. Rouille, Lyon (1572).

— Epistolarum medicinalium Libri quinque. Lugduni, apud Caesarem Farinam (1564).

— Opera quae extant omnia. Édition C. Bauhin (1598).

Niceron, J. P. — Mémoires pour servir à l'Histoire. Paris, vol. XXII (1733).

Soete, J. — Willem Quackelbeen. *Wetenschappelijke Tijdingen*, Gand, XIV, 7 : 255-6 (1954).

Van Hulthem, Ch. — Discours sur l'état ancien et moderne de l'agriculture et de la botanique en Belgique. Gand, 46 p. (1817).

von Aschbach, J. — Geschichte der Wiener Universität. Band III, Die Wiener Universität und ihre Gelehrten 1520 bis 1565. Hölder, Vienne (1888).

RECHERCHES PALYNOLOGIQUES DANS LA VALLÉE DE LA GRANDE NÈTHE A GEEL

(CAMPINE BELGE)

par

William MULLENDERS,

avec la collaboration de

Mady COREMANS.

Introduction.

Au cours des travaux de l'autostrade Anvers-Liège, nous avons eu l'occasion avec MM. Gullentops, De Ploey et Dricot, d'examiner des dépôts importants de tourbe et de sols tourbeux dans la plaine alluvionnaire de la Grande Nèthe, à 4 km au sud de Geel, au hameau de Steelen. L'altitude est d'environ 16 m; les coordonnées géographiques : 56 G 80′-0 G 69′ E. de Bruxelles.

Un sondage effectué le 7 octobre 1959 avec la sonde de Hiller, a livré le profil suivant :

0-50 cm : alluvions argilo-limoneuses, présence de vivianite;
50-62 cm : alluvions tourbeuses;
62-82 cm : tourbe brunâtre mêlée à des alluvions;
82-110 cm : tourbe noire compacte de bas-marais;
110-142 cm : tourbe brune peu compacte, mêlée d'alluvions à partir de 130 cm;
142-150 cm : sable passant au vert;
150-200 cm : limon sableux;
200-250 cm : sable et limon humifères.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 131 (1961). — Communication présentée à la séance du 8 mai 1960

La partie supérieure du dépôt de tourbe a probablement été enlevée, soit par érosion, soit plutôt par l'exploitation, les alluvions argilo-limoneuses recouvrant ensuite la tourbe plus ancienne restée en place. Le limon sableux de 150 à 200 cm ne contenait guère de pollen; la couche de 200 à 250 cm date très probablement du Tardiglaciaire. Depuis cette première reconnaissance, d'autres sondages ont été effectués, dont l'étude est encore en cours. Cependant, comme l'analyse de la couche tourbeuse de 55 à 145 cm a livré un diagramme s'étendant depuis le début du Préboréal (8000 av. J.-C.) jusqu'à la première partie de l'Atlantique (– 5000), nous croyons utile de ne pas en retarder la publication, d'autant plus qu'aucun diagramme pollinique du Postglaciaire (Holocène) en Campine belge n'a encore été publié.

Préparation des échantillons. Les échantillons de tourbe pure ont été traités à chaud par NaOH à 10 % + trace de perborate de sodium (Van Campo, 1950). Les autres échantillons plus ou moins riches en particules siliceuses, soit les niveaux 55 à 80, 95, 115 et 130 à 145, après traitement à chaud à la potasse à 10 %, ont subi l'action de l'HF à 20 % à chaud.

Diagramme palynologique.

Les résultats des analyses sont donnés au tableau I et représentés au diagramme Geel - I Grote Nete. Les pourcentages sont calculés en fonction de la somme du pollen des phanérophytes, y compris évidemment *Corylus avellana* (% AP).

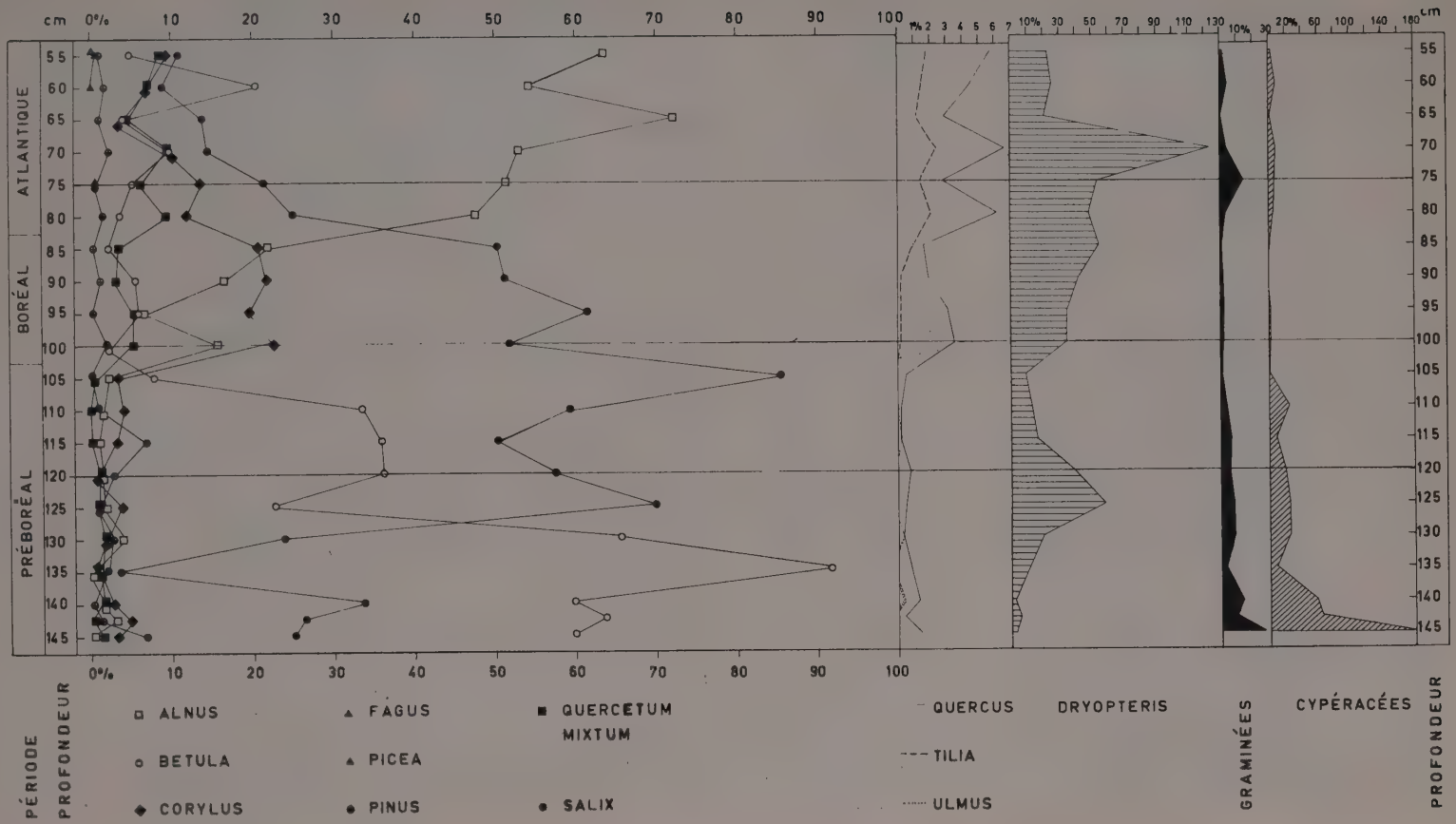
Préboréal (145 à 105 cm). A la base du diagramme, au niveau 145, les Graminées et les Cypéracées représentent 204 %; le paysage est donc très ouvert avec des boqueteaux à dominance de *Betula*, suivi de *Pinus silvestris*. Ce niveau appartient probablement au Dryas récent; faute d'avoir pu analyser les horizons inférieurs, nous le laissons provisoirement dans le Préboréal. La chute des herbes anémophiles est rapide, suite à l'extension de la forêt et dès 125 cm *Pinus silvestris* prend la première place dans le paysage et la gardera jusqu'au début de l'Atlantique. Au cours de toute cette période s'étendant depuis 8000 av. J.-C. jusque vers –6500, on note la présence discrète mais constante d'essences plus thermophiles : *Corylus avellana, Alnus glutinosa, Quercus,* et sporadiquement aussi *Tilia cordata, Ulmus, Acer* et *Hedera helix*. Parmi les espèces herbacées, on observe *Artemisia* à presque tous les niveaux (maximum 1,9 %) et *Thalictrum* à 145, 140 et 125 cm.

Boréal (100 à 85 cm). *Pinus silvestris* conserve la première place, tandis que le rôle de *Betula* devient insignifiant. Cette période est caractérisée par l'extension de *Corylus avellana* qui ne dépasse cependant pas 23 % et reste subordonné au Pin. *Alnus glutinosa* accuse une pointe jusqu'à 16 % à 100 cm. *Quercus* atteint 4 % et dès le début s'amorcent les courbes continues d'*Ulmus* (maximum 2,6 %) et de *Tilia* (maximum 1 %).

Le recul important des espèces herbacées indique un paysage presque entièrement occupé par la forêt.

GEEL-I GROTE NETE

1959



ANALYS. W. MULLENDERS & M. COREMANS

Atlantique (80 à 55 cm). La première partie seule de cette période est enregistrée dans la tourbière, probablement jusqu'à — 5000 au plus. L'importance de *Pinus silvestris* et de *Corylus avellana* diminue considérablement, tandis qu'*Alnus glutinosa* prend la première place. La courbe de *Tilia* dépasse celle d'*Ulmus*. Il n'est pas impossible qu'un hiatus, indiqué d'ailleurs dans la stratigraphie, sépare le niveau 65 des niveaux 60 et 55, ou que ces deux horizons contenant un peu de *Fagus silvatica* et de *Carpinus betulus* aient été pollués lors du décapage de la tourbe; en effet, nous avons observé au niveau 60 1 grain de pollen de Céréale et au niveau 55, 2 grains.

Enfin, notons encore la place tout à fait effacée dans tout le diagramme des Éricacées et des Sphaignes.

Commentaires.

1. **Préboréal.** L'allure du diagramme de Geel est semblable à celle de la plupart des diagrammes des Pays-Bas, où l'on observe une première phase à dominance de *Betula* suivie d'une seconde à dominance de *Pinus silvestris*. Cependant le diagramme de Geel révèle la présence de plusieurs essences thermophiles citées plus haut, manquant plus loin au Nord ou y apparaissant plus rarement et alors en quantité plus faible.

2. **Boréal.**

a) Au niveau 100 cm, *Alnus glutinosa* s'étend jusqu'à 16 %, en même temps qu'on observe une avance de *Quercus* (3,5 %) et le début de la courbe continue de *Tilia*. Un phénomène semblable a déjà été noté à de multiples reprises dans une aire assez vaste, s'étendant depuis la Normandie (Elhai, 1959), le département des Ardennes (Mullenders, 1960), les Ardennes belges (Dricot, 1960), la basse Belgique (Mullenders et Gullentops, 1956) jusque dans toutes les directions des Pays-Bas : Noord Holland (Havinga, 1957), Overijsel (Florschutz et Wassink, 1935), Drente (Florschutz, 1932, 1941) et Limburg (Verhoeff, 1957). De la répétition de ce phénomène, on peut conclure sans doute à l'existence d'oscillations climatiques boréales, et à une migration prématurée d'*Alnus* en peuplements restreints. La faible épaisseur de nombreux dépôts du Boréal et la distance trop grande entre les niveaux analysés, masquent sans doute cet épisode dans beaucoup de diagrammes.

b) L'extension boréale de *Corylus* ne dépasse pas 23 %; cette espèce reste subordonnée à *Pinus*, puis décline au cours de l'Atlantique. On sait qu'au Boréal, dans une zone importante de l'Europe subatlantique, *Corylus* atteint durant une période souvent courte, des pourcentages très importants dépassant généralement *Pinus* ou *Betula*. Cette zone comprend en Allemagne la région côtière de la Baltique, l'ouest de l'Allemagne depuis la mer du Nord, les Ardennes, les Vosges au-dessus de 450 m, le Jura, etc. (Firbas, 1949). En basse Belgique, le comportement boréal de *Corylus* est irrégulier, comme aux Pays-Bas où l'on observe les 3 cas suivants :

TABLEAU I. — *Pourcentages en fonction de la somme des pollens arboréens (AP).*

| Profondeur en cm | Pollens des phanerophytes — AP | | | | | | | | | | | | | | | | Spores et pollens des espèces herbacées — NAP | | | | | | | | | | | | | | | |

1. *Corylus* s'étend brusquement, dépassant les pourcentages des autres essences, puis régresse durant l'Atlantique : Drente (Florschutz et Wassink, 1942), Groningen (Eshuis, 1936), Overijsel (Florschutz et Wassink, 1935).

2. *Corylus* prend une certaine extension, mais reste subordonné au Pin; au cours de l'Atlantique, par contre, il reste stationnaire ou bien continue à s'étendre dépassant en pourcentages le *Quercetum mixtum* ou *Alnus* : Drente (Florschutz, 1932; Florschutz et Wassink, 1942; Van Zeist, 1955), Friesland (Van Zeist, 1950; De Planque, 1950), Groningen (Eshuis, 1936), Limburg (Verhoeff, 1957).

3. L'extension de *Corylus* ne s'effectue qu'à l'Atlantique : Groningen (Eshuis, 1936), Utrecht (Florschutz, 1932), Gelderland (Ten Houten, 1935; Goedewaagen, 1945), Limburg (Eshuis, 1946; Verhoeff, 1957).

La remarque faite plus haut au sujet d'*Alnus* est sans aucun doute valable ici également pour plusieurs diagrammes, et particulièrement dans le troisième cas : la couche boréale est souvent trop mince, et la distance entre les échantillons (15 à 30 cm) bien trop grande pour mettre en évidence une poussée dont la durée est parfois courte. Mais à côté de cet aspect technique, les conditions écologiques jouent probablement un rôle. *Corylus* est une espèce assez exigeante quant au sol : dans le Jura français (Firtion, 1950), on observe des pourcentages toujours plus importants dans les craies lacustres que dans les dépôts tourbeux. D'un autre côté, les tourbières bombées, généralement libres de végétation arborescente durant l'Atlantique, peuvent plus facilement capter le pollen de *Corylus* que les tourbières de vallées, où les Aunaies prennent une grande extension durant cette période. L'étude des spectres polliniques récents montre en effet que l'Aunaie, même peu étendue (100 m), constitue une barrière efficace contre le pollen des autres espèces.

BIBLIOGRAPHIE.

De Planque, B. A. — A palynological study of the Holocene and Late-Glacial in south-east Friesland (The Netherlands). *Rec. Trav. Bot. Néerl.*, 42 : 40-50 (1950).

Dricot, E. M. — Recherches palynologiques sur le Plateau des hautes Fagnes (Belgique). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 92 : 157-196 (1960).

Elhai, H. — Analyse pollinique de deux tourbières normandes. *Pollen et Spores*, 1 : 59-76 (1959).

Eshuis, H. J. — Untersuchungen an Niederländischen Mooren. *Rec. Trav. Bot. Néerl.*, 33 : 688-704 (1936).

— Palynologisch en stratigrafisch onderzoek van de Peelvenen. Diss. Utrecht (1946).

Firbas, F. — Waldgeschichte Mitteleuropas. Bd. I, Iena, 476 p. (1949).

Firtion, F. — Contribution à l'étude paléontologique, stratigraphique et physico-chimique des tourbières du Jura français. *Mém. Serv. Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine*, Mém. 10, 92 p. (1950).

FLORSCHUTZ, F. — Resultate von Untersuchungen an einigen Niederländischen Mooren. *Rec. Trav. Bot. Néerl.*, 29 : 1-17 (1932).

— Resultaten van microbotanisch onderzoek van het complex loodzand-oerzand en van daaronder en daarboven gelegen afzettingen. Groningen. 21 p. (1941).

FLORSCHUTZ, F. und WASSINK, E. C. — Untersuchungen an Niederländischen Mooren. *Rec. Trav. Bot. Néerl.*, 22 : 438-452 (1935).

— Untersuchungen an Niederländschen Mooren. *Rec. Trav. Bot. Neérl.*, 28 : 1-17 (1941).

GOEDEWAAGEN, M. A. — Investigations sur les tourbières néerlandaises. N. La tourbière dans la partie méridionale de la vallée Gueldroise. *Rec Trav. Bot. Néerl.*, 40 : 542-559 (1945).

HAVINGA, A. J. — Pollen analysis of fossil vegetation profiles. *Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnb. Genootschap Geol. Serie*, Deel XVII, 2 : 139-145 (1957).

MULLENDERS, W. — Contribution à l'étude palynologique des tourbières de la Bar. *Pollen et Spores*, II : 43-55 (1960).

MULLENDERS, W. et GULLENTOPS, F. — Évolution de la végétation et de la plaine alluviale de la Dyle à Louvain, depuis le Pleni-Wurm. *Acad. Roy. Belg., Bull. Cl. Sciences*, 5e sér., XLII : 1123-1137 (1956).

TEN HOUTEN, J. G. — Untersuchungen an Niederländischen Mooren. *Rec. Trav. Bot. Néerl.*, 32 : 430-437 (1935).

VAN CAMPO, M. — Une méthode de préparation très rapide des tourbes en vue de leur analyse pollinique. *Bull. Soc. Bot. France*, 97 : 216-217 (1950).

VAN ZEIST, W. — An investigation into the earlier vegetation of Central Friesland. *Rec. Trav. Bot. Néerl.*, 42 : 28-39 (1950).

— Some Radio-carbon dates from the raised bog near Emmen (Netherlands). *Palaeohistoria*, IV : 113-118 (1955).

VERHOEFF, K. — A study of the vegetation of the « Turfkoele » and of the palynological character of the peat deposited in this swamp. *Acta Bot. Neerl.*, 6 : 583-592 (1957).

Laboratoire de Palynologie.
Université de Louvain, 1960.

A PROPOS DE CERTAINES CARTES DE DISPERSION

par

L. DELVOSALLE

Le nouvel *Atlas de la Belgique* contient notamment les planches phytogéographiques 19 A et 19 B dues à R. Bouillenne, F. Darimont, P. Deuse, P. Duvigneaud, A. Galoux, L. Hauman et A. Monoyer pour la Belgique, et à L. Reichling pour le Grand-Duché de Luxembourg. Ces planches comportent une série de cartes situant la Belgique par rapport aux pays voisins et dessinant diverses limites de régions botaniques du pays, qui peuvent être admises ou discutées; en l'absence de critères absolus dans ce domaine, nous ne formulerons pas de critiques. Les planches contiennent aussi une carte des différentes essences forestières introduites, carte intéressante, à l'abri des critiques, et une carte globale extrêmement complexe à déchiffrer, représentant simultanément les différents courants géobotaniques de notre pays.

Il y a surtout 4 cartes relatives, chacune, à la dispersion d'une quinzaine d'espèces; c'est à leur sujet que nous avons bien des remarques et des critiques à présenter. Nous nous proposons de comparer les résultats obtenus par les auteurs précités, qui ont sans doute employé les moyens traditionnels, et ceux que nous avons obtenus par l'emploi des cartes à réseau I.F.B.

Avant de comparer carte par carte, voici quelques remarques générales :

1° Une idée, certes intéressante, a consisté à doter de couleurs voisines les espèces d'un même groupe géobotanique; ceci indique les régions où ces espèces sont le plus abondantes, mais offre l'inconvénient de rendre difficile et parfois impossible leur délimitation respective.

2° Plusieurs « limites » sont tracées en s'appuyant sur un nombre très restreint de stations; leur précision laisse alors beaucoup à désirer.

3° Pour beaucoup d'espèces, il est indiqué à la fois des aires plus ou moins étendues où la plante est censée se rencontrer partout et des stations isolées, sans que des critères bien évidents puissent être invoqués pour englober ou non dans l'aire continue une station plutôt isolée. Tout compte fait, nous pré-

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 137 (1961). — Communication présentée à la séance du 8 mai 1960.

férons les 2 cartes établies par Massart il y a 50 ans dans son « Esquisse de la Géographie Botanique de la Belgique » : 90 espèces y sont représentées, soit 3 fois plus par carte que dans l'Atlas actuel, et plus clairement, car Massart rejette les aires continues et choisit des signes de couleur différente d'après les groupes, ce qui donne une figure d'ensemble satisfaisante; les critiques que l'on peut faire à Massart concernent plutôt le choix et le groupement des espèces.

4° L'Atlas ne fait aucune distinction entre les stations actuelles et celles signalées il y a parfois plus de 100 ans et bien souvent disparues ou détruites: tout botaniste belge tant soit peu averti fera parfois la correction, mais l'étranger sera, à coup sûr, induit en erreur.

5° Nous ne ferons pas de remarques particulières concernant les dispersions dans le Grand-Duché; la comparaison ne peut se faire puisque la prospection par cartes à réseau n'y a débuté qu'en 1956: les renseignements donnés par L. Reichling proviennent en grande partie de cartes à réseau très détaillées qu'il s'occupe à rassembler et qui ont dû forcément être remaniées pour s'adapter à la présentation choisie en Belgique.

I. - Espèces atlantiques et littorales :

N.B. — Nous conservons la classification et la nomenclature de l'Atlas, malgré quelques réserves.

A. — Espèces silvatiques.

Scilla non scripta.

Tout le Hageland est compris dans la limite : or *Scilla* n'y existe pas (Massart non plus ne l'y mentionne pas). Mais une dizaine de stations existent au N. de la ligne indiquée. Pourquoi les auteurs ont-ils indiqué une lacune à l'W. de Chimay ? La carte I.F.B. montre la continuité de l'aire en cet endroit !

Gagea spathacea.

Nous ne comprenons pas les raisons qui ont conduit les auteurs à placer cette espèce à côté de la précédente, car elle se trouve à son extrême limite S.-W. en Belgique tandis que *Scilla* est au contraire à sa limite N.-E. L'aire paraît exacte, mais il aurait été plus indiqué de figurer *Lathrea clandestina* au lieu de *Gagea;* l'aire belge est très semblable et c'est une méditerranéo-atlantique comme *Scilla.*

Corydalis claviculata.

La limite indiquée par l'Atlas ferait croire que cette espèce peut se rencontrer partout au N. de la ligne Thourout-Alost-Tirlemont-Hasselt: il n'en est rien et la carte I.F.B. (parue dans la Flore de Lawalrée) montre bien qu'elle ne se trouve que dans une partie assez limitée de la Campine anversoise et aux environs de Bruges; même les anciennes stations du Prodrome ne permettent pas de considérer cette plante comme répandue dans toute la zone précitée; par ailleurs, on la trouve au N.-E. d'Ypres, hors de la limite.

Tamus communis.

L'Atlas comporte une limite passant par Huy, englobant la moitié du Condroz puis passant au N. de Bouillon et même à l'W. immédiat d'Arlon; or la carte I.F.B. démontre clairement que *Tamus* fait défaut en Hesbaye centre-orientale; sauf à Dion, la Meuse n'est franchie que vers la Chiers; quant au Prodrome, il ne l'a jamais indiqué à l'E. de Sclayn, de la Semois et des environs de Virton et il y a manifestement une régression de *Tamus*. — Voir Fig. 1.

Fig. 1. — *Tamus communis.*

B. — Espèces des landes et des tourbières.

Erica tetralix.

Espèce signalée par 5 aires continues couvrant toute la Campine, l'Ardenne orientale, le plateau de la Croix Scaille, celui de Rocroi et le N. de Mons; cela correspond à la carte I.F.B. Quant aux stations isolées, l'Atlas en indique 5, soit 23 de moins que la carte I.F.B. qui souligne la fréquence d'*Erica tetralix* entre Bruges et Eeklo.

Erica cinerea.

Les 2 aires bien connues près de Bruges et en Campine orientale correspondent à peu près à la réalité, mais l'Atlas mentionne aussi la plante au N. d'Anvers et à Rotselaer, où elle ne se trouve certainement plus, en admettant qu'elle y ait jamais existé.

Narthecium ossifragum.

La teinte employée se discerne malaisément de celle de *Gagea;* les 2 aires continues indiquées par l'Atlas correspondent à la carte I.F.B. quoique la partie Centre-S.W. en soit dépourvue : 4 stations isolées sont notées en Flandre occidentale, 1 près d'Arlon et 1 près de Saint-Hubert, toutes n'ont pourtant plus été rencontrées depuis de longues années; par contre, une station encore existante à la Croix Scaille n'y figure pas.

Carum verticillatum.

Indiqué de façon continue sur tout le plateau de Rocroi où il existe en effet, bien que de plus en plus rare; 2 stations isolées dans le N.-E. de la Campine où, selon le Prodrome, *Carum* a été trouvé 5 ou 6 fois : localités disparues toutes depuis longtemps.

Wahlenbergia hederacea.

Trois aires continues : plateau de Rocroi, de Gedinne-Bertrix et Ardenne orientale; c'est exact, mais la densité des stations est plutôt réduite à l'intérieur de ces aires. Des localités isolées actuelles sont oubliées : Campine centrale et W. d'Arlon, alors que le Prodrome les indique clairement !

Empetrum nigrum.

Exact.

Genista anglica (*limite S.-E.*).

Cette limite passe par Gedinne, Marche et Gouvy; c'est à peu près exact sauf du côté de Paliseul où *Genista* ne manque pas; par ailleurs, la lacune dans sa dispersion entre l'Ardenne occidentale et l'Ardenne orientale rend le tracé assez théorique.

C. — Espèces littorales.

Carex trinervis.

Exact.

Espèces halophiles, Eryngium maritimum, Statice, Salicornia.

Sont représentées globalement alors que leur répartition (et leur écologie aussi) diffère fortement : *Eryngium* ne remonte pas du tout l'Escaut; au contraire *Statice* et *Salicornia,* notablement.

D. — Espèces des rochers ombragés.

Hymenophyllum tunbridgense.
Pas de remarques.

II. - Espèces médio-européennes-montagnardes :

A. — Espèces sylvatiques.

Euphorbia amygdaloides (limite N.).
Selon l'Atlas, manquerait dans le centre du Hainaut, alors que la carte I.F.B. l'y indique en une vingtaine de points; d'autre part, existerait jusqu'à la ligne Vilvorde - nord de Tirlemont-Hasselt : il n'en est rien et cette espèce manque tout à fait dans le Hageland, comme dans le S. du Limbourg et en Hesbaye proprement dite.

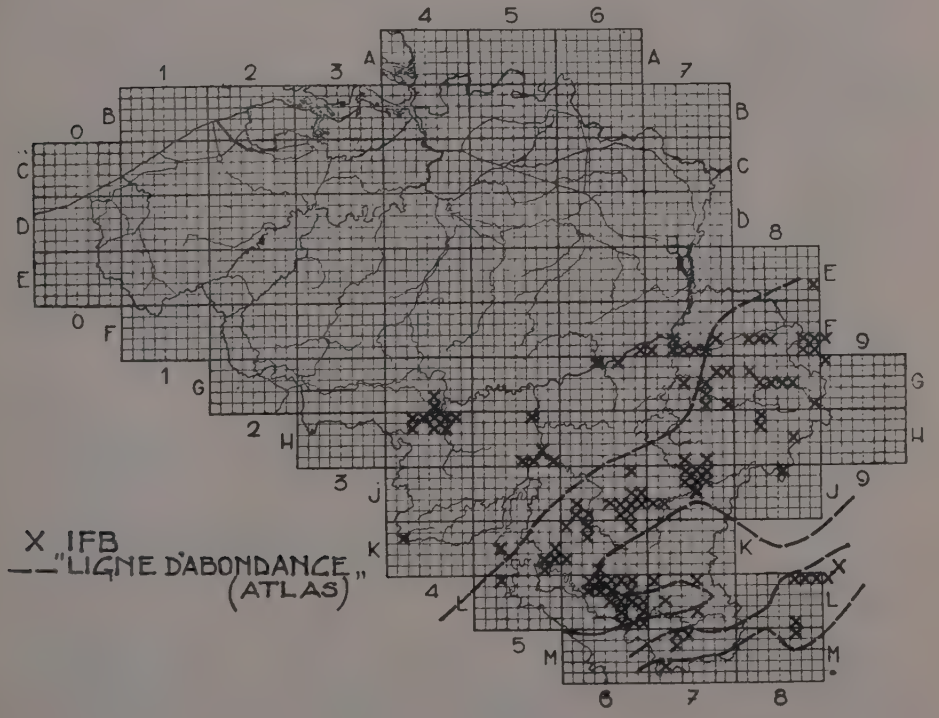


Fig. 2. — *Festuca silvatica.*

« *Abondance de Festuca silvatica* ». — Voir Fig. **2**.

La limite N. passe par Gedinne, Marche, Verviers, et oublie ainsi les stations importantes du sud immédiat du sillon Sambre-Meuse (vers Thuin, par exemple). Quant à la limite S., elle forme des zigzags déconcertants dus à l'existence de bandes successives de forêts et de régions déboisées.

Sambucus racemosa (*limite N.*).

Elle coincide dans l'Atlas avec le sillon Sambre-Meuse; nous ne pouvons nous rallier à cette donnée : d'assez nombreuses stations existent en moyenne Belgique dans des conditions d'indiscutable spontanéité (vers Angre, Fontaine-l'Évêque, le N.-E. de Charleroi, Villers-la-Ville et même en Forêt de Soignes; d'autres stations existent vers la basse Belgique mais leur spontanéité est douteuse.

Poa Chaixii (*limite N.*).

Elle correspond à la précédente; ici aussi, nous avons constaté que le sillon Sambre-Meuse est franchi, quoique moins largement que dans le cas de *Sambucus*: *Poa Chaixii* est très commun dans le bois de Fontaine-l'Évêque et a été trouvé une fois en Campine orientale; une petite station existe même en Forêt de Soignes.

Polygonatum verticillatum.

L'aire continue englobe toute la Famenne où pourtant la plante n'existe pas à l'E. de la Meuse; elle déborde largement la frontière française en direction d'Avesnes, région où personne ne l'a vue; ce tracé ferait croire à un élargissement de l'aire vers l'W. alors que, au contraire, elle s'y termine. Cinq stations isolées sont indiquées; l'une, près de Maeseyck, est à rejeter, et d'autres, vers Modave et la Marlagne, sont très douteuses.

Ranunculus platanifolius.

L'Atlas décrit 4 aires séparées, alors qu'en au moins 2 des régions intermédiaires (plateau des Tailles et région Bertrix-Libramont) les stations ne manquent pas. *R. platanifolius* est d'autre part indiqué dans toute la vallée de la Lesse, jusqu'à Dinant même, alors qu'il n'a jamais été trouvé ailleurs qu'à Vignée et à Villers-sur-Lesse; le Prodrome n'en a jamais signalé d'autres localités.

Aconitum Vulparia.

Quatre petites aires : vers Rance (rien dans le Prodrome et rien à l'I.F.B.), vers la Lesse de Dinant à Jemelle (exact), la Vesdre et l'Amblève (exact). L'Atlas oublie l'existence de notables stations le long de la Gueule vers Moresnet, le long du Bocq et le long du Houyoux.

Lunaria rediviva.

Mentionné dans l'Atlas par d'assez nombreux points : 1 vers Lens nous paraît fort douteux: de Namur à Ombret, diverses stations sont indiquées mais aucune à Engihoul et à Ramioulle où de belles stations existent encore maintenant, donc aux portes de Liège où exercent la plupart des auteurs de l'Atlas: même oubli des belles stations de *Lunaria* de la Lesse entre Celles et Walzin, 1 seule signalée dans la vallée de la Vierre, affluent de la Semois, où la Crucifère abonde.

B. — Espèces des prés et landes montagnardes.

Antennaria dioica (limite N.).

Tracée par Tournai, Lessines, Malines, Turnhout: or cette plante est devenue rarissime au N. du sillon Sambre-Meuse alors que dans le Prodrome figurent un assez grand nombre de localités. On a la preuve de cette raréfaction par l'examen de l'Herbier du Jardin botanique : sur les 20 spécimens récoltés au N. du sillon, 19 l'ont été avant 1890, tandis que sur les 40 du S. du sillon, 12 ont été récoltés après 1920; quant à la carte I.F.B., elle n'indique que 2 localités au N. contre 18 au S. Dans ces conditions, nous nous demandons comment tracer une limite quelconque; d'ailleurs, la plante a été trouvée autrefois à Brasschaet et à Kruyshautem, stations au N. de la « limite ». Il nous semble que les raisons de la raréfaction de cette plante sont à rechercher dans son extrême sensibilité à tout amendement même partiel du sol, comme c'est le cas pour *Coeloglossum viride, Platanthera bifolia, Moenchia, Orobanche Rapum;* cette régression est plus marquée à l'W. du pays car le sol y a été plus précocement amendé. De plus, les cartes I.F.B. y montrent souvent une flore plus pauvre et moins variée et ceci pour des plantes les plus diverses quant à leur écologie; à côté du facteur humain précité, il faut tenir compte d'un facteur géographique : la mer du Nord empêche la quasi-totalité des propagations d'espèces (celles qui se font de proche en proche, mécanisme de loin le plus important); ces plantes doivent venir de l'E. et, vu la distance, certaines n'arrivent pas ou arrivent mal à coloniser ou à recoloniser les terrains appropriés de ces régions occidentales.

Arnica montana.

L'aire continue tracée dans l'Atlas couvre toute l'Ardenne et une partie du N. de la Lorraine; cela correspond grosso modo à la carte I.F.B. bien que de vastes lacunes témoignent sur cette dernière de la raréfaction d'*Arnica,* suite à la disparition progressive des landes ardennaises. L'Atlas signale aussi 4 stations isolées, 2 en Campine, 1 au S. de Hasselt, 1 au N. de Huy; or *Arnica* a disparu de Campine et n'a probablement jamais existé aux 2 autres endroits que ni le Prodrome ni Massart ne mentionnent.

Meum athamanticum.

Exact quoique l'îlot situé à l'E. du massif de Saint-Hubert soit devenu douteux; depuis a été trouvé vers Straimont.

C. — Espèces subalpines des rochers calcaires.

Sesleria coerulea (=*varia*).

Selon l'Atlas, existerait dans tout le Condroz alors que les plateaux en sont dépourvus, et certaines vallées aussi; ici encore, inconvénient manifeste des représentations « continues », l'intéressante station de Bévercé est ignorée; de même, celles au S. immédiat de Charleroi et dans l'E. du plateau de Herve.

Carex ornithopoda.

L'étroite zone du S.-W. de la Lorraine est indiquée de façon concordante dans l'Atlas et sur la carte I.F.B.. mais on a oublié de la colorier dans l'Atlas; par contre, on y a colorié comme *Carex ornithopoda* une autre petite zone, à la jonction des 3 frontières, qui est en réalité celle de *Sesleria.*

Draba aizoides.

La station bien connue d'Yvoir.

D. — Variétés calaminaires d'espèces alpines.

Viola lutea et *Statice.*

L'Atlas oublie plusieurs stations vers Welkenraedt et la Vesdre (*Viola* atteint Angleur, aux portes de Liège), oubli aussi d'Oneux, à moins qu'on ne l'ait placé au N. d'Aywaille.

Allosorus.

La station bien connue de Vielsalm.

III. - Espèces boréales et boréales-montagnardes :

A. — Espèces des tourbières.

Vaccinium Vitis Idaea.

Image assez trompeuse quant à l'abondance comme dans le cas d'*Arnica;* nette raréfaction des diverses localités de plaine.

Vaccinium uliginosum.

Aire encore plus fragmentée que la précédente sur la crête ardennaise; les 4 stations isolées en Campine (selon l'Atlas) n'ont plus été retrouvées.

Eriophorum vaginatum.

Pour autant que l'on puisse déchiffrer, l'Atlas mentionne 4 aires séparées vers la crête ardennaise, mais oublie de mentionner la plante entre Vielsalm

et Stavelot où elle n'est pas rare; des localités isolées (9 en Campine, 3 ou 4 en plaine) sont à la fois trop nombreuses par rapport à l'état actuel et trop peu par rapport à la littérature et aux herbiers.

Andromeda polifolia.

Concordance satisfaisante quant aux stations du plateau des Tailles, des Hautes Fagnes et de la Haute Campine; 3 stations isolées (N. de Mons, Verviers et W. d'Arlon) nous semblent disparues.

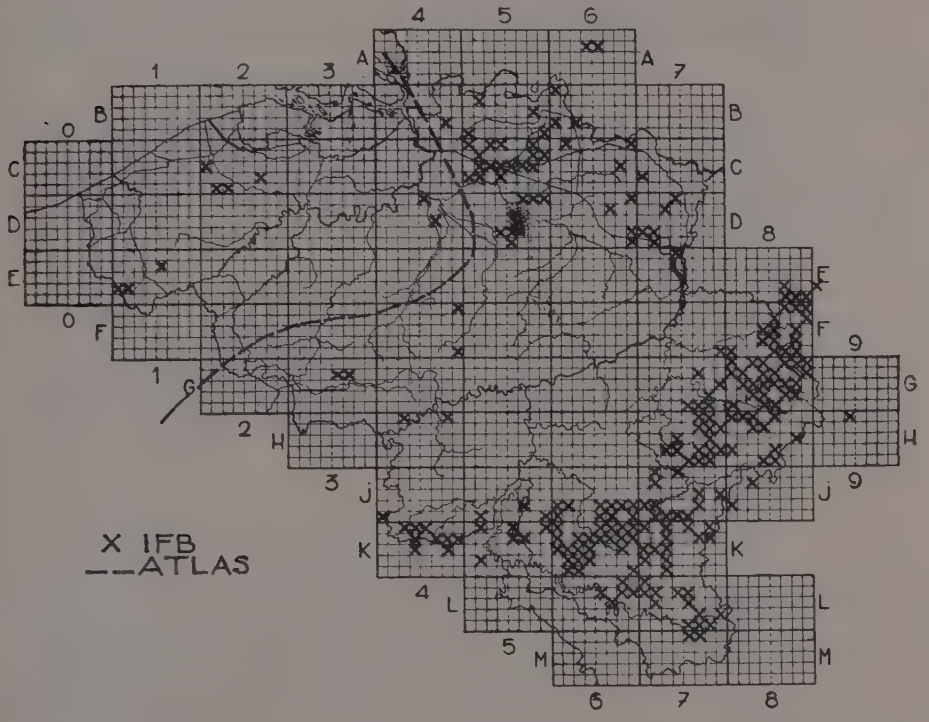


FIG. 3. — *Viola palustris.*

Sphagnum medium et *S. fuscum.*

Nous ne pouvons comparer puisque les cartes I.F.B. ne se sont pas encore consacrées aux Cryptogames.

Notons ici l'emploi dans l'Atlas de 4 signes triangulaires très peu discernables l'un de l'autre pour *Sphagnum fuscum, Juncus filiformis, Malaxis* et *Lycopodium,* risque supplémentaire de confusion !

Juncus filiformis.

Indiqué dans toute la Campine mais mentionné seulement en 2 stations isolées en Ardenne alors que, d'après Fettweiss (Decheniana, 1955), *J. filiformis* abonde dans les vallées du N.-E. de l'Ardenne. Par ailleurs, il n'existe en Campine que dans les vallées du Centre et du N.-E. et n'a jamais été signalé dans le N.-W.

Carex filiformis (=*lasiocarpa*).

Indiqué aussi dans toute la Campine alors qu'il y manque sur d'assez grandes étendues; les stations des environs de Vance, en Lorraine, ne sont pas mentionnées.

Malaxis paludosa.

Deux stations mentionnées en Campine, 7 en Ardenne: nous avons pourtant la nette impression que *Malaxis* a disparu depuis longtemps d'Ardenne alors qu'on le rencontre encore parfois en Campine de nos jours.

Lycopodium alpinum.

Les 2 stations connues.

Viola palustris (*limite W.*).

Tracée dans l'Atlas par Tournai, Bruxelles, Anvers: en réalité, la carte I.F.B. montre qu'il existe au moins 7 localités en Flandre occidentale et 2 en Flandre orientale au-dela de cette « limite », tandis que de vastes régions à l'E. en sont et en ont toujours été dépourvues (Condroz, Hesbaye). — Voir Fig. 3.

B. — Espèces sylvatiques.

Trientalis europea.

L'aire de l'Atlas recouvre quasi toute l'Ardenne alors que cette plante, tout comme *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum* et *V. Vitis-Idaea*, se cantonne de plus en plus à la crête ardennaise et ne dépasse plus la Meuse à l'W. A noter que l'Atlas fait déborder l'aire sur une bonne partie du plateau calcaire au N. du Viroin, sans doute parce qu'Aigret a signalé la Trientale à Olloy: on songe alors aux tiennes calcaires, mais on semble perdre de vue qu'Olloy s'étend sur plusieurs km vers le S., vers le plateau de Rocroi, là ou pouvait se trouver la plante: déjà Massart avait commis cette erreur. Quant aux stations isolées, elles semblent bien disparues.

Lycopodium annotinum.

Pas de remarques.

Vaccinium Myrtillus (limite W.).

C'est en réalité la limite des Polders, où *Vaccinium* ne peut bien entendu exister, cas d'un très grand nombre d'espèces qui n'ont rien de boréal pour cela; ce tracé pourrait même faire croire que *Vaccinium Myrtillus* est une espèce continentale-méridionale, manquant dans le N.-W. de l'Europe. D'autre part, en deçà de la limite, la plante manque absolument en Hesbaye et au pays de Waes, et elle est très rare en Fagne-Famenne. Il nous semble de loin préférable de dire que toute la Belgique est comprise dans l'aire de dispersion de *Vaccinium* qui se rencontre partout là où les conditions écologiques le permettent.

C. — Espèces des rochers.

Asplenium septentrionale.

Couvrirait par une aire continue toute l'Ardenne et tout le Condroz à l'E. de la Meuse. Or, il fait défaut sur les plateaux et dans certaines vallées tout en abondant dans d'autres (Lesse, Vesdre inférieure, Oesling); une station isolée et existant encore de nos jours à Montignies-sur-Roc (bassin de l'Escaut) est ignorée.

D. — Espèces des dunes.

Pirola rotundifolia.

Espèce indiquée sur tout le littoral: elle fait pourtant défaut dans sa partie médiane où elle était déjà rare autrefois.

IV. - Espèces xérothermiques :

Une remarque préalable : ici plus qu'ailleurs l'Atlas est particulièrement difficile à déchiffrer : 7 aires de dispersion se superposent à peu près, tout en employant des teintes presque identiques.

A. — Espèces des pelouses et taillis subméditerranéens.

Helianthemum apenninum.

Exact.

Buxus.

Une remarque préalable : le Buis ne peut être considéré comme une xérothermique mais plutôt comme une méditerranéo-atlantique; que la plupart de ses stations en Belgique soient xériques, sèches et à substrat le plus souvent calcaire, ne suffit pas pour qu'on puisse le considérer sur l'ensemble de son aire comme recherchant les mêmes milieux; d'ailleurs à 10 km de la frontière, vers Montmédy, il forme le sous-bois de Hêtraies de plateaux, même à exposition N. De plus, il fait défaut dans les stations vraiment xérothermiques

d'Europe centrale, alors que les espèces citées à sa suite dans l'Atlas s'y trouvent pour la plupart.

Quant à sa distribution en Belgique, le Buis n'est pas aussi répandu dans la vallée de la Sambre que l'indique l'Atlas. Celui-ci oublie les stations bien connues pourtant de Pry-lez-Walcourt et de Montignies-sur-Roc (voir la carte de Massart).

Asperula cynanchica.

Se trouverait sur tout le littoral, alors que la carte I.F.B. ne l'indique que dans sa partie W. La seule localité citée par le Prodrome dans sa partie E. semble bien disparue (il en est de même pour le littoral néerlandais). Les limites de l'aire continue n'étant pas visibles, nous ne pouvons rien en dire.

FIG. 4. — *Gentiana ciliata.*

Globularia Willkommi.

Aire concordante (pour autant qu'elle soit discernable); une station isolée vers La Louvière (rien au Prodrome) nous semble suspecte, à moins qu'adventice inconstante.

Teucrium Chamaedrys.

Mentionné dans le triangle Chimay-Givet-Tailfer, sur une bande Wellin-Aywaille et par des stations isolées; ici aucune discordance; toutefois l'Atlas indique cette espèce à Tournai où elle ne peut être qu'adventice peu stable.

Sorbus torminalis.

L'aire continue possède une forme très irrégulière provoquée manifestement par le désir de rattacher entre elles le plus possible de stations tout en indiquant les régions intermédiaires où la plante manque (cfr *Festuca silvatica*). Néanmoins, cette aire englobe tout le plateau de Rocroi et la Thiérache où la carte I.F.B. montre que *S. torminalis* n'existe pas; d'autre part, il dépasse Laroche dans la vallée de l'Ourthe; en revanche, les stations isolées de la vallée de la Vesdre et du plateau de Herve ont peu de chances d'être spontanées, si elles existent encore; enfin si *S. torminalis* a été noté dans la vallée de la Meuse en aval et en amont de Namur, il ne croît certes pas sur le plateau condruzien voisin. En Lorraine, l'Atlas figure un hiatus entre 2 aires alors que les prospections I.F.B. permettent de combler cette lacune.

Gentiana ciliata.

Cas assez semblable au précédent : ici aussi, quasi-impossibilité de tracer des limites continues; la carte I.F.B. montre clairement que *G. ciliata* entoure étroitement (sauf à l'W.) le massif ardennais; plusieurs localités sur marnes triasiques à l'W. d'Arlon sont ignorées dans l'Atlas. — Voir Fig. **4**.

« *Orchidées thermophiles* ».

Dans l'ignorance des espèces visées, nous ne pouvons rien dire à ce sujet.

B. — Espèces sarmatiques.

Anemone Pulsatilla.

Aire et localités isolées non discernables.

Eryngium campestre et *Euphorbia Seguieriana.*

Mentionnés dans l'Atlas sur toute la Meuse limbourgeoise; or, si *Eryngium* n'y manque pas, *Euphorbia* n'a été trouvé que sporadiquement et du côté néerlandais; ce n'est guère qu'en Champagne et dans la vallée du Rhin que se rencontrent simultanément les 2 plantes. *Euphorbia* ne fait certainement pas partie de la flore belge, tandis qu'*Eryngium* devient commun dès

au-delà de la frontière en France comme dans les Pays-Bas; il est artificiellement raréfié en Belgique car il a le malheur d'y être considéré comme « chardon » et il est infiniment plus sensible à l'échardonnage que les *Cirsium* et que les *Carduus*.

Carex humilis.

Nous ne pouvons discerner l'aire.

Viscaria vulgaris.

Dix stations belges figurent dans l'Atlas, la carte I.F.B. en indique 8, la plupart différentes; preuve de l'état incomplet des cartes, celle de l'I.F.B. aussi, mais elle n'est pas encore publiée.

Helichrysum arenarium.

Indiqué par une bande continue atteignant la frontière française vers Muno; or, on ne l'a jamais signalé dans cette partie de la France et les stations les plus orientales signalées dans le Prodrome (Orval et Virton) étaient certainement isolées.

Helianthemum « et autres espèces mésophytes des pelouses calcaires. »

Terme trop imprécis pour permettre une réelle comparaison; nous ferons cependant remarquer qu'*Helianthemum* n'est pas strictement lié aux pelouses calcaires puisqu'on le trouve en bien des prairies ardennaises privées de calcaire. De plus, dans nos régions, il est fréquemment accompagné de xérophytes plutôt que de mésophytes. La carte I.F.B. le montre en de multiples stations ardennaises (massif de Saint-Hubert, vallée de l'Ourthe ,de l'Our) en dehors de l'aire de l'Atlas, en compagnie de thermophiles tels que *Genistella sagittalis, Pimpinella saxifraga* et *Silene nutans*.

L'ALIMENTATION MINÉRALE DES VÉGÉTAUX

NOTE N° 5.

par

Marcel V. HOMÈS,

Professeur
à l'Université de Bruxelles.

Germaine H. VAN SCHOOR,

Professeur extraordinaire
à l'Université de Bruxelles.

Dans la quatrième note de cette série (**4**. p. 144), nous avions exprimé, par une formule, le « rendement du végétal en fonction de la constitution du milieu nutritif ». Il est entendu que le terme rendement ne doit pas être pris dans un sens agronomique et qu'il représente toute la masse du végétal.

Cette formule était la suivante :

$$R = A \frac{C_1^{a} \cdot C_2^{b} \ldots\ldots C_n^{m}}{k_1 C^{x} + k_2 C^{y} \ldots\ldots + k_n C_n^{z}}$$

Il nous est actuellement possible d'améliorer cette expression mais, avant de la discuter, nous modifierons les symboles pour rester en accord avec les usages et ne pas utiliser x, y et z pour autre chose que des variables.

Nous remplacerons :

R par y (variable dépendante : le rendement);

C_1, C_2, etc. par x_1, x_2, etc. (variables indépendantes : les concentrations partielles des divers éléments nutritifs);

x, y, z en exposant, par p, q, r;

A par K (constante générale).

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 151 (1961). — Communication présentée à la séance du 8 mai 1960

L'équation devient donc :

$$y = K \frac{x_1^a \cdot x_2^b \ldots\ldots x_n^m}{k_1 x_1^p + k_2 x_2^q \ldots\ldots + k_n x_n^r} \qquad (1)$$

Diverses améliorations peuvent être apportées à cette formule.

1. — Le Dénominateur (facteur de toxicité).

On se rappellera que l'expression en dénominateur dans l'équation (1) traduit *l'additivité des toxicités individuelles*. Il était raisonnable de rattacher chaque toxicité élémentaire à la concentration de l'élément qui en est responsable suivant la relation :

$$t = k\ x^p \qquad (2)$$

cette expression étant à la fois la plus généralement admise pour des relations élémentaires et parfaitement conformes à l'expérience par les conséquences que l'on en peut tirer.

Mais l'explication de l'antagonisme que l'un de nous a suggérée dans un travail antérieur (**5**) s'est trouvée confirmée par de nouvelles expériences et notamment par un travail de Van Hoeck (**6**). Or, il était déjà impliqué dans le mécanisme proposé — et les dernières expériences l'ont amplement confirmé — que cette toxicité provenait de la *substitution* d'ions les uns aux autres, au sein des ions fixés sur les colloïdes cytoplasmiques qui sont en nombre peu variable par unité de masse de matière végétale. C'est donc au sein d'une somme constante que se produisent les substitutions qui font varier la toxicité du milieu extérieur. On ne peut donc simplement maintenir l'expression de l'additivité de la toxicité en additionnant deux effets élémentaires du type de la formule (2). En effet, cela implique que la toxicité varie avec la somme totale, ce qui ne serait possible que si des ions toxiques supplémentaires se fixaient dans la cellule et n'y remplaçaient pas seulement d'autres ions.

Certes, la concentration extérieure totale intervient dans la vitesse d'apparition de la manifestation toxique mais, si le mécanisme proposé est exact, elle ne peut modifier le résultat : dans une substitution au sein d'une somme constante, le partage des « sites disponibles » se fait en proportion des activités relatives et non des activités proprement dites.

Le raisonnement suivant en donne la preuve.

Nous venons de voir que chaque toxicité individuelle est exprimée par

$$t = k\ x^p$$

Lorsque plusieurs toxicités s'ajoutent, on a :

$$t = k_1 x_1^p + k_2 x_2^q + \text{ etc.} \qquad (3)$$

Or, chaque concentration partielle x_1, x_2. etc. est une fraction de la concentration totale C et peut s'écrire :

$$x_1 = \alpha C, \qquad x_2 = \beta C, \qquad \text{etc.} \qquad (4)$$

La somme $\alpha + \beta +$ etc... est égale à l'unité.

Si, au sein d'une somme constante C, limitée à deux constituants, les proportions de ceux-ci varient de o à C, les concentrations partielles peuvent être représentées par :

$$x_1 = \alpha C \tag{5}$$

$$x_2 = (1-\alpha) C \tag{6}$$

On a, dans ce cas qui correspond précisément à la seule possibilité de substitution d'ions de différentes toxicités et non à l'augmentation du nombre d'ions :

$$t = k_1 (\alpha C)^p + k_2 \left[(1-\alpha) C \right]^q \tag{7}$$

Or, nos connaissances sur l'antagonisme des ions [Osterhout (**7**) et alt., notamment Homès (**5**)], nous apprennent que, à somme constante, la toxicité résultant des proportions variables des deux constituants est une fonction à *minimum* et que les conditions de ce minimum sont indépendantes de la valeur de C. En d'autres termes, ces conditions sont entièrement définies par une valeur particulière de $\frac{\alpha}{1-\alpha}$.

Or, si la toxicité minimum est indépendante de C, cela revient à dire que les conditions d'annulation de la dérivée de t par rapport à α le sont aussi. Or, on a successivement :

$$t = k_1 \cdot \alpha^p \cdot C^p + k_2 (1-\alpha)^q \cdot C^q$$

$$t'_\alpha = k_1 \cdot p \cdot \alpha^{p-1} \cdot C^p - k_2 \cdot q \cdot (1-\alpha)^{q-1} \cdot C^q$$

ce qui donne comme condition d'annulation :

$$\frac{k_1 \cdot p}{k_2 \cdot q} C^{p-q} = \frac{(1-\alpha)^{q-1}}{(\alpha)^{p-1}} \tag{8}$$

Il devient impossible d'éliminer C de la condition d'annulation sauf si p=q, car alors :

$$C^{p-q} = 1$$

et il vient

$$\frac{k_1}{k_2} = \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{p-1}$$

soit

$$\frac{k_2}{k_1} = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{p-1}$$

ou encore

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\frac{1}{p-1}} \tag{9}$$

Ceci est la valeur particulière de $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ qui assure, à elle seule, et comme nous l'avons déjà dit plus haut, le minimum de toxicité.

L'exposant affectant les proportions relatives serait donc le même pour tous les corps intervenant dans le phénomène, ce qui veut dire que cet exposant n'est pas propre à chaque corps, mais se rapporte simplement à la nature particulaire (ion). Le caractère spécifique des ions au point de vue de la toxicité est donc donné par la valeur du paramètre « k ».

La toxicité d'échange et, en conséquence, le dénominateur de la formule générale (1) qui en exprime l'effet sur le « rendement » du végétal, deviennent donc, en adoptant « u » pour l'exposant commun :

$$y = K \frac{x_1^a \cdot x_2^b \ldots\ldots x_n^m}{C^u \left[k_1 \alpha^u + k_2 \beta^u \ldots\ldots + k_n (1-\alpha-\beta\ldots)^u \right]} \qquad (10)$$

Rappelons que l'existence du minimum de toxicité implique aussi que u est supérieur à l'unité.

Notons toutefois que ces raisonnements qui conduisent à donner aux exposants des différents termes du dénominateur une valeur unique reposent sur l'exactitude de l'affirmation d'Osterhout selon laquelle la position du minimum de toxicité dans le graphique binaire est indépendante de la concentration totale.

Si cela est certainement le cas d'une façon approchée dans les exemples choisis par Osterhout, il faut reconnaître que la déviation standard des mesures n'est pas donnée par cet auteur et que ses exemples sont peu nombreux. Il n'est donc pas exclu qu'en opérant avec précision et en variant davantage les exemples, on trouve des cas où cette identité des exposants ne soit plus légitime. Cela pourrait notamment se produire pour les éléments mineurs. Nous reviendrons éventuellement sur ce point dans des travaux ultérieurs, la simplification qu'introduit ici l'affirmation d'Osterhout restant certainement valable en première approximation et pour les éléments majeurs.

2. — Le Numérateur (facteur de métabolisme).

Nous pouvons aussi dans l'équation (1) exprimer le numérateur, qui est un produit, en fonction des proportions relatives des éléments nutritifs.

Il vient

$$x_1^a \cdot x_2^b \ldots\ldots x_n^m = (\alpha C)^a \cdot (\beta C)^b \ldots\ldots \left[(1-\alpha-\beta \ldots\ldots) C \right]^m$$

c'est-à-dire successivement

$$\alpha^a C^a \cdot \beta^b C^b \ldots\ldots (1-\alpha-\beta \ldots\ldots)^m C^m$$
$$\alpha^a \cdot \beta^b \ldots\ldots (1-\alpha-\beta \ldots\ldots)^m \cdot C^{a+b \ldots +m}$$

Ce qui permet, en posant $a+b+c\ldots\ldots+m=s$, d'écrire l'équation (10) sous la forme suivante :

$$y=K \cdot C^s \cdot \frac{\alpha^a \cdot \beta^b \ldots\ldots (1-\alpha-\beta \ldots\ldots)^m}{C^u \left[k_1 \alpha^u + k_2 \beta^u \ldots\ldots + k_n (1-\alpha-\beta-\gamma)^u \right.}$$

soit encore

$$y = K \cdot C^{s-u} \cdot \frac{\alpha^a \cdot \beta^b \ldots\ldots\ldots\ldots (1-\alpha-\beta \ldots\ldots)^m}{k_1 \alpha^u + k_2 \beta^u \ldots\ldots\ldots + k_n (1-\alpha-\beta \ldots\ldots)^u} \qquad (11)$$

Rappelons que la fonction en numérateur est elle-même une fonction présentant un maximum mathématique (optimum physiologique), dont la condition est la suivante dans le cas où deux éléments sont en proportions variables dans le milieu nutritif

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{a}{b}$$

L'expression (11) est sensiblement améliorée par rapport à la première. Elle fait apparaître que le rendement dépend, d'une part, de la concentration totale C, d'autre part, de la *composition relative* du milieu nutritif, dont les effets sont exprimés *tous* par le terme fractionnaire qui comprend en numérateur les effets chimiques et en dénominateur les effets physiques.

3. — Le facteur « osmotique ».

Une autre amélioration peut encore être introduite dans la formule. Elle vise à exprimer un troisième rôle commun à tous les ions : celui de participer, pendant la période plus ou moins longue où ils s'accumulent dans le suc vacuolaire, à l'établissement de la pression osmotique, donc de la force de succion.

Cette force de succion est cause de l'entrée d'eau dans la cellule. Cette eau participe, comme tous les corps dissous ou colloïdaux, à la composition de la plante vivante. Sans cette eau, le chimisme de synthèse qui détermine le poids de matière élaborée (qu'on l'exprime en sec ou en frais) n'aurait pas lieu. Le produit de ces synthèses, exprimé par le numérateur de la fraction (11) et par C^s, doit être affecté d'un facteur qui varie comme la force de succion.

Voici comment on peut introduire ce facteur :

Lorsque, pour un même ion, on étudie le rapport de la concentration interne C_i à la concentration externe C et lorsqu'il s'agit d'un ion suscep-

tible de s'accumuler, on constate que le rapport $\frac{C_i}{C}$ est toujours supérieur à une limite finie (A par exemple).

Mais lorsque la concentration extérieure C s'élève, C_i s'élève aussi mais moins vite. Il en résulte que le rapport $\frac{C_i}{C}$ devient d'autant plus faible que C s'élève. Il tend vers A ou, si l'on préfère, la valeur $\frac{C_i}{C} - A$ tend vers zéro.

L'expérience montre que A se confond avec l'unité et que, d'autre part, la variation du rapport $\frac{C_i}{C}$ est exprimée de façon satisfaisante par

$$\frac{C_i}{C} - A = K\ e^{-pC}$$

qui devient par conséquent

$$\frac{C_i}{C} - 1 = K\ e^{-pC}$$

d'où l'on tire

$$C_i - C = K\,C\,e^{-pC} \qquad (12)$$

C'est cette différence qui conditionne, pour la cellule, le pouvoir de prélever l'eau dans le milieu extérieur, ou qui tout au moins, pour tenir compte des composantes organiques de la force de succion, varie comme celle-ci.

Ceci nous permet de l'introduire dans notre formule puisque, dans celle-ci, nous visons à exprimer l'effet général « y » à partir de la composition du milieu extérieur. En effet, il est permis d'étendre, avec beaucoup de sécurité, ce qui est vrai pour un élément à l'ensemble des constituants du milieu nutritif. Si l'un des ions présents ne s'accumule pas de telle façon que pour lui C_i soit plus grand que C, la relation est, par contre, toujours vérifiée pour la concentration globale. Si donc C représente non pas la concentration d'un corps dans le milieu extérieur, mais la concentration globale de ce dernier, nous pouvons introduire dans la formule générale (11) l'expression (12), pour exprimer l'effet étudié. Puisque la croissance est d'autant plus élevée que la prise d'eau est facilitée, nous introduisons la fonction en numérateur.

Il est entendu que cette formule n'est valable que s'il n'y a pas plasmolyse car, dans ce cas, la croissance n'est pas possible.

La formule générale (11) devient donc, en y mettant en facteur la fonction (12) :

(13)

$$y = K \cdot C^{s-u+1} \cdot \frac{\alpha^a \cdot \beta^b \ldots\ldots (1-\alpha-\beta \ldots\ldots)^m}{k_1 \alpha^u + k_2 \beta^u \ldots\ldots + k_n (1-\alpha-\beta\ldots\ldots)^u} \cdot e^{-pC}$$

Notons que la constante « k » de l'expression (12) est entrée dans la constante générale « K » de l'expression (13).

Celle-ci synthétise toutes les relations entre le milieu nutritif minéral et la croissance qui en résulte. Cette fonction passe par un maximum qui dépend à la fois de la concentration et des proportions relatives des constituants.

Remarquons que, si la composition du milieu alimentaire est invariante et que seule la dose totale varie, le terme fractionnaire devient une constante. Il peut alors entrer dans la constante générale et la formule traduisant la variation du rendement sous le seul effet de la variation de la dose alimentaire devient en posant

$$V = s-u+1$$
$$y = K C^V e^{-pC} \qquad (14)$$

Cette formule est aisément vérifiable par l'expérience et nous en publierons ailleurs la démonstration expérimentale qui s'avère très satisfaisante (**8**).

D'autre part, si la concentration totale du milieu nutritif est maintenue constante, l'expression (13) dépendra uniquement des proportions relatives des constituants et devient

$$y = K \frac{\alpha^a \cdot \beta^b \ldots\ldots (1-\alpha-\beta \ldots\ldots)^m}{k^1 \alpha^u + k_2 \beta^u \ldots\ldots + k_n (1-\alpha-\beta\ldots\ldots)^u} \qquad (16)$$

Cette fonction présente un maximum qui dépend des deux fonctions et de leur dérivée par rapport aux proportions des constituants.

Ce maximum est atteint lorsque le rapport du numérateur à sa dérivée est égal au rapport du dénominateur à sa propre dérivée par rapport à la même variable.

4. — Conclusions.

Les constituants du milieu nutritif exercent trois sortes d'actions :

a) un effet « constructeur » par leur entrée dans le métabolisme, l'obéissance à la loi de masse, etc.

Cet effet est exprimé au numérateur de la formule. Il dépend des activités individuelles des éléments nutritifs dans le milieu, mais l'expression mathématique permet de ramener cet effet à un produit de deux facteurs :

1° une fonction de la dose totale (C^n);

2° une fonction de la composition relative du milieu nutritif (le numérateur de la fraction). Il n'est pas exclu que les exposants des facteurs figurant au numérateur soient affectés par les conditions générales de l'expérience ou de la culture.
Cette fonction intègre l'action du pH.

b) un effet physique par l'établissement de la garniture ionique des colloïdes cytoplasmiques qui détermine l'état et les propriétés physico-chimiques de la cellule. Cet effet est commandé par la toxicité d'échange et dépend des *activités relatives* des constituants du milieu extérieur. Nous l'exprimons, suivant la suggestion de M. Homès (**5**), par une formule additive qui figure au dénominateur de la fraction.

c) un effet global du milieu nutritif dans la constitution du stock de matières dissoutes dans le suc vacuolaire et dans la force de succion qui en résulte et qui conditionne aussi la croissance. Cet effet « osmotique » (qui pourrait être analysé davantage) est (provisoirement) lié à la concentration totale du milieu nutritif et exprimé dans la formule par e^{-pC}.

On constatera que les deux expressions qui traduisent l'effet des proportions relatives des constituants du milieu extérieur, peuvent être réunies en un terme fractionnaire. Cette fraction a donc un sens particulier, exprimant tout ce qui dépend des proportions relatives des éléments nutritifs : elle exprime physiologiquement les *interactions* alimentaires et peut être analysée très fructueusement.

Enfin, une expression simplifiée, comportant la constante générale « K » qui contient tous les invariants expérimentaux (température, durée, espèce végétale, etc.) peut être donnée si nous admettons les symboles suivants :

C = effet de la concentration globale sur le métabolisme (effet *a*, 1°);

I = effet des interactions alimentaires (terme fractionnaire) susceptible d'être subdivisé en :
effet des interactions agissant directement sur le métabolisme (N) et effet des interactions agissant par les propriétés physico-chimiques résultant des phénomènes d'antagonisme ionique et de toxicité d'échange (D) avec

$$I = \frac{N}{D}$$

S = effet du milieu alimentaire sur les variations de la composante minérale de la force de succion.

Cette expression simplifiée devient alors

$$y = K.C.I.S \qquad \text{ou} \qquad y = K.C.\frac{N}{D}.S$$

Nous terminons sur cette considération de simplification la série de ces notes théoriques, réservant à d'autres publications les déductions physiologiques qu'on peut en tirer, et les contrôles expérimentaux qui justifient ces expressions.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Homès, M. V. — L'Alimentation minérale des végétaux (Note n° 1). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **83** : 55-76 (1950).
2. Homès, M. V. — L'Alimentation minérale des végétaux (Note n° 2). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **84** : 101-122 (1951).
3. Homès, M. V. — L'Alimentation minérale des végétaux (Note n° 3). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **85** : 115-134 (1952).
4. Homès, M. V. et Van Schoor, G. — L'Alimentation minérale des végétaux (Note n° 4). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **85** : 135-146 (1952).
5. Homès, M. V. — Toxicité, antagonisme et perméabilité. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **79** : 9-26 (1947).
6. Van Hoeck, F. — Échange de cations entre fragments de tissu végétal et solutions minérales. *Ann. Physiol. Végét. Univ. Bruxelles*, **3**(1) : 1-47 (1958).
7. Osterhout, W. J. V. — Injury, recovery and death in relation to conductivity and permeability. Lippincott, Philadelphie (1922).
8. Homès, M. V. — L'alimentation minérale équilibrée des végétaux. Vol. I. *Universa*, Wetteren, Belgique (1961).

LA VÉGÉTATION DE L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE : LA HÊTRAIE DES SOLS CALCAIRES

par

J. DUVIGNEAUD

INTRODUCTION

L'abondance du hêtre a fréquemment été notée dans les groupements forestiers colonisant les affleurements calcaires situés dans les plaines et dans les basses collines de l'Europe centrale et occidentale. Le hêtre peut même devenir l'essence dominante dans les strates arborescente et arbustive de ces groupements forestiers. Ces hêtraies calcicoles de basse altitude se distinguent des forêts de l'étage du hêtre par l'absence ou la grande rareté des espèces strictement montagnardes liées à cet étage.

Tüxen a créé, pour ces hêtraies calcicoles de basse altitude, une alliance nouvelle, le *Cephalanthero-Fagion* Tüxen 1955. En 1957, C. Vanden Berghen rattache à cette alliance les hêtraies calcicoles signalées en Angleterre, dans le Boulonnais, dans le Bassin Parisien et notamment en Lorraine, en Belgique et dans le Grand-Duché de Luxembourg. C. Vanden Berghen rassemble dans l'ordre des *Querceto-Fagetalia* Vanden Berghen 1957 les deux alliances du *Cephalanthero-Fagion* et du *Carpinion betuli* Oberdorfer 1953 (*). Il oppose ainsi à ces forêts de basse altitude les forêts montagnardes dominées par le hêtre, qui forment l'ordre des *Fagetalia silvaticae* Pawl. 1928.

En 1959, Doing Kraft et Westhoff insistent à leur tour sur l'importance du hêtre dans les forêts de l'Europe occidentale. Ils modifient légèrement la classification et la nomenclature adoptées par C. Vanden Berghen : les hêtraies

(*) On pourrait inclure également dans cet ordre des *Querceto-Fagetalia* l'alliance de l'*Alno-Padion* (Knapp 1942) Mat. et Bor. 1957 et de l'*Acerion* (Oberdorfer 1957).

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 161 (1961). — Communication présentée à la séance du 9 octobre 1960.

calcicoles de basse altitude sont rassemblées dans l'alliance du *Querceto-Fagion* Doing Kraft et Westhoff 1959, inclus dans le sous-ordre des *Querceto-Fagetalia* (Vanden Berghen 1957) Doing Kraft et Westhoff 1959 et l'ordre des *Fagetalia*. Ils énumèrent pour ces différentes unités les espèces caractéristiques et préférantes, ainsi que les différentielles.

Ces hêtraies calcicoles de basse altitude, bien que fréquemment signalées en Europe occidentale, n'y ont été jusqu'à présent qu'assez rarement décrites. Il nous a donc paru utile de rassembler les observations que nous avons pu faire sur ce type forestier que nous avions reconnu dès 1954 sur les calcaires primaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

LA HÊTRAIE CALCICOLE DE L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE

On peut observer dans l'Entre-Sambre-et-Meuse différents affleurements de calcaires primaires :

a) Au nord de la partie ardennaise de l'Entre-Sambre-et-Meuse se rencontre une bande, allongée d'Ouest en Est, formée par les affleurements des calcaires couviniens, givétiens et frasniens : c'est la bande des calcaires dévoniens du sud du Bassin de Dinant.

b) Plus au Nord, entre Philippeville à l'Ouest et Agimont à l'Est, affleurent les calcaires givétiens et frasniens du Massif de Philippeville.

c) Entre le Massif de Philippeville et la bande des calcaires dévoniens du sud du Bassin de Dinant, on trouve dans la Fagne quelques îlots de calcaires frasniens, ramenés en surface à la faveur de plis anticlinaux : c'est notamment le cas du Massif de Roly.

d) Dans la partie condrusienne de l'Entre-Sambre-et-Meuse, affleurent en bandes parallèles orientées d'Ouest en Est des calcaires tournaisiens et viséens.

La plupart de ces affleurements calcaires ne sont évidemment pas occupés par des formations forestières. Dans la partie condrusienne de l'Entre-Sambre-et-Meuse par exemple, les calcaires sont déprimés par rapport aux bandes psammitiques famenniennes et sont occupés généralement par des cultures ou des herbages. Ailleurs, un manteau limoneux d'épaisseur variable peut recouvrir les plateaux calcaires dont la vocation agricole est mise à profit. Les quelques massifs forestiers qui occupent encore çà et là les affleurements calcaires les plus superficiels se rencontrent surtout dans la partie sud de l'Entre-Sambre-et-Meuse; c'est de cette région que proviennent la plupart de nos relevés qui ont été effectués principalement dans le Franc Bois de Fagnolles, le Bois de Matignolles à Treignes, le Bois Cumont à Roly, le Franc Bois à Merlemont. Nous décrivons très brièvement ces différents sites.

1. Le Franc Bois de Fagnolles. Situé au sud-ouest de Fagnolles, il occupe la partie nord du plateau de la Montagne-au-Buis. La hêtraie y est particulièrement bien développée sur les pentes à exposition N.N-W., à proximité même du village et également dans la partie occidentale de la forêt, au nord

du vallon qui sépare le Franc Bois de la Montagne-au-Buis; en ce dernier endroit, la hêtraie, exposée au N-W., montre un sous-bois particulièrement riche en buis. Ces deux types de hêtraies du Franc Bois se rencontrent uniquement sur calcaire frasnien, à l'altitude moyenne de 240 m.

2. Le Bois Les Mires à Matagne-la-Grande. Il est situé au S-W. du village; une très belle hêtraie en occupe la partie nord et couvre la forte pente qui descend vers la Fagne. Le sous-sol est ici formé par des affleurements de calcschistes et de calcaires frasniens, à l'altitude moyenne de 260 m.

3. Le Bois de Matignolles à Treignes est situé sur un plateau calcaire d'alt. 235 m, au nord du village de Treignes, sur la rive gauche du ruisseau de Matignolles. Sa partie centrale, moins dégradée que les lisières méridionale ou septentrionale, renferme une très belle hêtraie, installée sur des affleurements givétiens et frasniens.

4. Le Bois Cumont à Roly (alt. 240 à 260 m). Il occupe la voûte anticlinale la plus septentrionale du Massif frasnien de Roly. La hêtraie se rencontre à l'est du cimetière, sur des calcaires et des dolomies du Frasnien et à des expositions assez contrastées. Sur la pente nord-ouest, la hêtraie, assez sombre, montre un sous-bois de buis. Sur la pente sud, le buis est toujours présent et de nombreuses espèces thermophiles enrichissent le sous-bois.

5. Le Franc Bois de Merlemont se trouve à l'W.S-W. du village. Il occupe la terminaison occidentale de la voûte anticlinale de Merlemont, constituée surtout par des calcaires frasniens fréquemment dolomitisés, qui limitent vers le Sud le Massif de Philippeville. Le bois, traité en taillis à courte révolution, est généralement très dégradé. Seule la partie du Franc Bois attenant au Parc du Château renferme une futaie de hêtres en assez bon état, exposée au Sud (alt. 220 à 240 m).

6. Nous avons également observé des hêtraies calcicoles en d'autres endroits de l'Entre-Sambre-et-Meuse, par exemple au Bois Le Fays à Treignes, au Bois du Transoy à Vierves, au Tienne de Beumont à Franchimont, etc. Mais la hêtraie n'occupe, dans ces différentes localités, que des superficies très réduites et nous n'avons pu en tenir compte dans nos relevés de végétation.

La hêtraie calcicole que nous observons depuis plusieurs années dans l'Entre-Sambre-et-Meuse ne se rencontre que dans les plus vieilles forêts, signalées par exemple sur la carte de Ferraris (1770-1778) ou sur la carte de Cassini. Ces deux cartes ont été dressées à une époque où le recouvrement forestier de notre pays était réduit au minimum, où l'augmentation constante de la population et le développement de l'industrie dans cette partie de la Belgique avaient fait disparaître la plupart des massifs forestiers. Si quelques forêts avaient réussi à se maintenir et à être protégées de la destruction ou de la dégradation, ce n'est pas parce qu'elles occupaient des sols peu propices à l'exploitation agricole et à l'installation des cultures, mais parce qu'elles avaient bénéficié aux époques les plus critiques, au moment de la plus grande déforestation, d'une protection seigneuriale. Ces forêts dépendaient en effet de grandes propriétés et constituaient soit une zone de chasse, soit un terri-

toire de réserve inaccessibles aux communautés villageoises; de ce fait, elles échappaient aux nombreux droits d'usages. C'était le cas pour le Franc Bois de Fagnolles, propriété des princes de Ligne, du Franc Bois de Merlemont, du Bois Cumont à Roly, propriété de l'Abbaye de Florennes, du Bois de Matignolles, appelé à cette époque « Réserve du Roy ».

Au contraire, les forêts qui ne sont pas reprises sur la carte de Ferraris, qui sont donc des forêts secondaires de formation récente, proviennent de la réoccupation par des peuplements forestiers de terrains qui ont cessé d'être cultivés ou pâturés. C'est le cas pour les quelques bois à l'extrémité sud-est du Plateau des Abannets à Dourbes. Le hêtre ne s'y rencontre pas ou y est très rare.

La hêtraie calcicole représente donc selon nous un groupement relictuel des forêts naturelles sur calcaire. Elle ne s'est d'ailleurs maintenue au cours des siècles que dans les forêts les moins dégradées par l'homme. L'essartage, par exemple, semble l'avoir fait disparaître. C'est le cas pour une partie du plateau de la Montagne-au-Buis, au S-E. du Franc Bois; c'est également le cas pour la partie orientale du Bois Le Fays à Treignes; les tas de blocs calcaires résultant de l'épierrement du sol de la forêt avant la mise en culture du brûlis en témoignent. Nous trouvons ici la confirmation que le hêtre ne supporte pas les brûlis en forêt et l'incendie des cépées.

Composition floristique (voir tableau).

La hêtraie relictuelle des sols calcaires se présente généralement sous forme de peuplements très denses, où le hêtre et le charme sont les essences dominantes. L'érable champêtre, le chêne pédonculé, le coudrier, le cornouiller sanguin, le tilleul à larges feuilles sont constants dans nos relevés. Les espèces thermophiles sont généralement abondantes : dans la strate arbustive on voit *Sorbus torminalis, Viburnum lantana, Cornus mas* et, dans la strate herbacée, *Ligustrum vulgare,* souvent dominant, *Carex digitata, Polygonatum odoratum,* etc.

Le sous-bois est abondamment fleuri au printemps avec *Anemone nemorosa, Viola silvestris* et *V. hirta, Primula veris, Orchis mascula.* Plus tard, un tapis de mercuriale et parfois de lierre occupe le sol sous le couvert assez sombre du taillis. A la fin du mois de mai, les splendides inflorescences blanches du céphalanthère égaient le sous-bois.

La hêtraie calcicole est assez variable dans sa composition floristique. Dans les localités étudiées, nous avons observé les variantes suivantes :

a) Sur les plateaux à pente nulle ou faible, elle se présente sous sa variante typique (relevés 4 à 8). *Carex montana* peut y former faciès (relevé 6).

b) Sur les calcaires les plus superficiels, cette hêtraie montre un sous-bois riche en buis (relevés 2 et 3).

c) A l'exposition nord, sur les pentes fortes, la hêtraie passe insensiblement à la forêt ombreuse de versant, riche en frêne, érable et scolopendre (relevés 9 et 10).

d) A l'exposition sud au contraire, la hêtraie s'enrichit en espèces thermophiles (relevé 1); dans cette variante se trouve *Daphne laureola.*

Traitement et évolution.

La hêtraie calcicole de l'Entre-Sambre-et-Meuse est généralement traitée en taillis sous futaie ou en taillis simple. Les coupes fréquentes du taillis, à révolutions par trop rapprochées, favorisent l'extension du charme et de l'érable champêtre en sous-bois; les arbres de futaie, isolés les uns des autres, manquent d'élévation; leurs troncs sont trapus et les premières branches apparaissent assez bas. Seul le traitement en futaie permettrait d'obtenir des fûts plus élancés.

Lors de la constitution de la futaie, le forestier favorise largement le hêtre et le chêne par rapport aux autres essences accompagnatrices; le charme, le tilleul à larges feuilles et l'érable faux-platane ne se rencontrent jamais dans la strate arborescente; exceptionnellement, nous avons vu *Sorbus torminalis* dans la futaie à Fagnolles et à Treignes.

Même lorsque la hêtraie est traitée en taillis, le hêtre manifeste une vitalité extraordinaire. Il rejette splendidement de souche et soutient dans ce taillis la concurrence avec des espèces qui, généralement, sont considérées comme favorisées par ce mode de traitement, telles que le charme ou l'érable champêtre. L'affirmation de Doing Kraft et Westhoff « Bovendien verdraagt de beuk geen hakhoutbedrijf. Hij loopt moeilijk uit en de vitaliteit der secundaire loten is gering » est donc infirmée ici par nos observations. En Lorraine française également, le hêtre supporte — et a supporté longtemps — le traitement en taillis simple. Cette vitalité extraordinaire du hêtre, même dans le taillis, nous semble être un des meilleurs arguments pour souligner combien il est parfaitement adapté au milieu (sol et climat) : la hêtraie calcicole ne représente pas un groupement relictuel à vitalité amoindrie et menacée, mais une association dont l'aire a été réduite par l'homme et dont le dynamisme est parfaitement apparent. Nous en voyons les preuves dans le fait suivant.

La recolonisation des pelouses calcaires situées à proximité des aires actuellement occupées par la hêtraie se fait directement par le hêtre. Nous avons eu l'occasion de l'observer sur dolomie à Franchimont, sur calcaire à Fagnolles et à Matagne-la-Grande, où les pelouses, situées en lisière de quelques fragments thermophiles de hêtraie, sont réoccupées peu à peu par des buissons de hêtre. Mais cette recolonisation des pelouses calcaires par le hêtre reste néanmoins assez exceptionnelle car elle ne peut se faire qu'à faible distance des massifs forestiers où se localise cette essence. Le hêtre possède en effet des fruits relativement lourds dont la dispersion n'est strictement pas sous la

Numéro du relevé	1	2	3	4
Recouvrement en %				
A. Strate arborescente	—	40	90	90
a. Strate arbustive...	100	90	60	30
Strate herbacée...	40	30	30	50
Strate muscinale	3	60	5	—
Exposition	S	WNW	NW	—
Pente en degrés	20	13 à 20	15	
STRATES ARBORESCENTE ET ARBUSTIVE				
Fagus silvatica A...	.	2-2	4-1	4-2
Fagus silvatica a...	4-4	3-3	2-2	2-2
Acer campestre A	.	.	1-2	.
Acer campestre a	1-2	2-2	.	1-2
Quercus robur A	.	2-1	1-1	2-1
Quercus robur a	2-2	1-2	1-2	.
Fraxinus excelsior A	.	2-1	1-1	1-1
Fraxinus excelsior a	1-2	2-2	+	.
Prunus avium A	.	1-1	.	.
Prunus avium a	1-2	.	.	.
Quercus petraea A	.	1-1	.	.
Quercus petraea a	.	.	.	.
Carpinus betulus a	2-2	4-4	2-2	2-2
Corylus avellana a	.	2-2	1-2	1-2
Cornus sanguinea a	1-2	.	1-2	+
Tilia platyphyllos a	1-2	3-3	+2	.
Crataegus monogyna a	+2	.	.	+
Acer pseudoplatanus a	.	.	1-2	+2
Sorbus torminalis a	.	.	1-2	.
Crataegus oxyacantha a...	.	1-2	.	+
Viburnum lantana a	1-2	.	.	.
Euonymus europaeus a	.	.	.	.
Cornus mas a	.	.	+	.
STRATE HERBACÉE				
Caractéristiques du Cephalanthero-Fagion				
Cephalanthera damasomium...	.	.	.	1-1
Elymus europaeus	.	.		.
Compagnes du hêtre				
Mercurialis perennis...	1-2	2-2	+	3-3
Fagus silvatica rej.	.	1-2	1-2	+2
Fagus silvatica pl.	.	.	+	.
Melica uniflora	1-2	.	.	.
Neottia nidus-avis	.	.	.	(+)
Différentielles de faciès				
Buxus sempervirens...	4-4	3-3	3-4	.
Carex montana	.	.	.	.

5	6	7	8	9	10	P	M
100	90	25	100	100	100		
15	70	100	80	30	60		
30	40	30	80	20	40		
30	5	40	5	5	30		
—	—	—	E	N	N		
			15	25	18		
5-1	5-2	2-1	5-1	5-1	4-2	V	56,75
2-2	3-2	2-2	3-3	1-2	3-3		27,50
2-1	.	.	.	.	.	V	1,75
1-2	1-2	2-2	3-3	1-2	.		8,00
.	.	.	.	1-1	2-1	IV	4,75
.	1-2	2-2	.	.	+2		3,76
.	.	.	.	.	2-2	III	3,50
.	.	.	1-1	.	1-2		2,26
.	.	.	.	.	+	III	0,26
.	.		+	+	.		0,27
.	.	.	.	.	1-1	II	0,50
.	1-2	.	.	.	.		0,25
1-2	2-2	3-3	1-2	1-2	3-3	V	20,50
1-2	2-2	3-3	2-2	+2	+2	V	9,26
+	2-2	.	1-2	+2	+2	IV	2,53
.	1-2	2-2	.	+	1-2	IV	6,02
1-2	1-2	.	1-2	1-2	+	IV	1,03
.	.	2-2	1-2	+	1-2	III	2,27
+	1-2	1-2	+	.	1-2	III	1,02
.	2-2	2-2	.	1-2	1-2	III	3,76
+	1-2	.	+	.	.	II	0,52
+	1-2	1-2	.	.	.	II	0,51
.	1-2	.	1-2	.	.	II	0,51
1-1	(+)	.	+	+	.	III	0,53
.	.	+	.	.		I	0,01
2-2	1-2	2-2	2-2	.	2-3	V	11,76
.	1-2	+	1-2	1-2	1-3	IV	1,52
.	+	.	.	+			0,03
1-2	.	+	1-2	.	.	II	0,76
.	.	.	.	+	+	II	0,03
.	.	.	.	.	.	II	13,75
.	1-3	.	.	.	.	I	0,25

Numéro du relevé	1	2	3	4
Recouvrement en %				
A. Strate arborescente	—	40	90	90
a. Strate arbustive	100	90	60	30
Strate herbacée	40	30	30	50
Strate muscinale	3	60	5	—
Exposition	S	WNW	NW	—
Pente en degrés	20	13 à 20	15	
Calcicoles et thermophiles				
Carex digitata	1-2	.	+	.
Ligustrum vulgare	2-2	.	.	1-2
Polygonatum odoratum	2-2	+2	.	+
Sorbus torminalis juv. et rej.	.	.	1-1	.
Primula veris	.	.	.	.
Orchis mascula	.	+2	.	(+)
Viola hirta	.	.	+	.
Helleborus foetidus	+	.	.	.
Daphne laureola	1-1	.	.	.
Tamus communis	.	.	.	+
Montagnardes				
Daphne mezereum	.	.	.	.
Polygonatum verticillatum	.	.	.	.
Espèces des Querceto-Fagetalia et Querceto-Fagetea				
Anemone nemorosa	.	2-2	+	2-2
Rosa arvensis	+	.	+2	+
Viola silvestris	.	.	1-2	+
Fraxinus excelsior juv. et pl.	.	.	+	.
Polygonatum multiflorum	.	1-2	.	+
Hedera helix	3-3	.	.	.
Acer campestre juv.	.	.	+	+
Carpinus betulus juv.		.	+	.
Prunus avium juv.	.	.	+	.
Acer pseudoplanatus juv.	.	+	.	.
Lamium galeobdolon	.	.	.	.
Quercus robur pl.	.	.	+	.
Arum maculatum	.	+	+	.
Carex silvatica	.	.	+	.
Euphorbia amygdaloides	.	.	.	.
Campanula trachelium	.	.	.	.
Potentilla sterilis	.	.	.	.
Compagnes				
Fragaria vesca	.	.	1-2	.
Rubus sp.	.	.	+2	.
Ajuga reptans	.	.	.	.
Convallaria majalis	.	.	.	+
Hypericum hirsutum	.	.	+	.

5	6	7	8	9	10	P	M
100	90	25	100	100	100		
15	70	100	80	30	60		
30	40	30	80	20	40		
30	5	40	5	5	30		
—	—	—	E	N	N		
			15	25	18		
1-1	.	1-2	+	+	.	III	0,78
1-2	1-2	.	3-3	.	.	III	6,00
.	+	.	.	.	.	II	1,53
1-1	.	+	.	.	.	II	0,51
+	+	.	1-2	.	.	II	0,27
+	.	.	.	.	.	II	0,03
+	.	+	.	.	.	II	0,03
+	.	.	.	.	.	I	0,02
+	.	.	.	.	.	I	0,26
.	.	.	+	.	.	I	0,02
.	+	+	+	.	.	II	0,03
.	.	.	.	.	+2	I	0,01
1-2	2-2	.	2-2	2-2	2-2	IV	9,26
+	+	+	1-2	+	.	IV	0,32
1-2	+	1-2	1-2	1-2	.	IV	1,27
+	.	.	+	+	1-2	III	0,29
+	.	+	.	.	+	III	0,29
+	3-3	+	3-3	.	.	III	11,27
+	.	+	.	+	.	III	0,05
+	.	1-1	.	+	+	III	0,29
+	.	+	.	+	+	III	0,05
.	.	1-1	.	+	.	II	0,27
.	+	1-2	.	.	+	II	0,27
.	.	.	.	+	.	I	0,02
.	.	.	.	.	.	I	0,02
.	.	.	.	+	.	I	0,02
+	.	.	.	+2	.	I	0,02
+	.	+	.	.	.	I	0,02
.	+	+	.	.	.	I	0,02
+	+	+	.	+2	.	III	0,29
+	+	+	.	+2	.	III	0,05
+	+	.	.	+	.	II	0,03
+	.	.	+3	.	.	II	0,03
.	+	.	.	.	.	I	0.02

Numéro du relevé	1	2	3	4
Recouvrement en %				
A. Strate arborescente	—	40	90	90
a. Strate arbustive	100	90	60	30
Strate herbacée	40	30	30	50
Strate muscinale	3	60	5	—
Exposition	S	WNW	NW	—
Pente en degrés	20	13 à 20	15	
BRYOPHYTES				
Ctenidium molluscum	.	3-3	+	.
Brachytecium rutabulum	.	1-2	.	.
Homalia trichomanoides	1-2	1-2	.	.
Eurhynchium striatum	.	2-2	1-2	.
Thuidium tamariscinum	.	1-2	.	.
Plagiochila asplenioides	.	2-2	+	.
Isothecium myurum	.	+	.	.
Camptothecium lutescens	.	.	.	.
Hypnum cupressiforme var. elatum	.	.	.	.

1. Roly, versant sud du Bois Cumont; calcaire frasnien dolomitisé; taillis très dégradé en lisière du chemin; 50 m²; 15 mai 1960; taillis 9 m maximum, taillis bas 1 m maximum. En outre : *Rhamnus cathartica* a 1-2, *Rosa canina* a +, *Arabis hirsuta* +, *Arenaria serpyllifolia* +, *Campanula persicifolia* +, *Carex paerei* +, *Radula complanata* +.

2. Roly, extrémité nord-ouest du Bois Cumont; calcaire frasnien; taillis sous quelques réserves; 200 m²; 15 mai 1960; futaie 15 m maximum; taillis de 2 à 8 m; taillis bas 1,5 m maximum. En outre : *Geranium robertianum* pl. +, *Brachytecium piliferum* 1-2.

3. Fagnolles, le Franc Bois; calcaire frasnien; taillis bas sous futaie; 400 m²; 22 mai 1960; futaie 15 à 23 m; taillis bas 1 à 4 m. En outre : *Acer platanoides* A 1-1, *A. platanoides* a +2, *Crataegus oxyacantha juv.* +, *Digitalis lutea* +, *Epilobium angustifolium* +.

4. Roly, Bois Cumont, sur le plateau; calcaire frasnien dolomitisé; taillis sous futaie; 200 m²; 15 mai 1960; futaie 10 à 19 m; taillis 1 à 6 m. En outre : *Malus silvestris* a +, *Mespilus germanica* a +, *Lonicera periclymenum* a +.

5. Roly, Bois Cumont, sur le plateau; calcaire frasnien dolomitisé; futaie; 200 m²; 15 mai 1960; futaie 20 à 25 m; taillis 2 à 6 m. En outre : *Bromus asper* +, *Campanula rotundifolia* +, *Crataegus monogyna* juv. +, *Hieracium murorum* +, *Lonicera periclymenum* +, *Quercus petraea* juv. +, *Taraxacum sp.* +°, *Brachytecium glareosum* +, *Ditrichum flexicaule* 1-2, *Encalypta streptocarpa* +, *Porella platyphylla* +.

6. Treignes, Bois de Matignolles, centre du bois, sur le plateau; calcaire givétien; taillis sous jeune futaie; 200 m²; 22 mai 1960. En outre : *Hedera helix* A +, *Prunus spinosa* a +2, *Aquilegia vulgaris* +, *Heracleum sphondylium* +°,*Melica nutans* +, *Phyteuma spicatum* +, *Prunus spinosa* rej. 1-1, *Rubus idaeus* +, *Stachys officinalis* +°.

5	6	7	8	9	10	P	M
100	90	25	100	100	100		
15	70	100	80	30	60		
30	40	30	80	20	40		
30	5	40	5	5	30		
—	—	—	E	N	N		
			15	25	18		
3-3	1-2	1-2	1-2	.	3-3	IV	12,01
1-2	.	.	1-2	+	2-2	III	2,25
1-2	.	.	.	.	+	II	0,76
1-2	.	2-2	.	.	.	II	3,50
1-2	.	1-2	.	.	+	II	0,76
.	.	.	.	.	1-2	II	1,76
+	.	.	.	.	.	I	0,02
1-2	.	.	.	.	1-2	I	0,50
.	+	.	.	.	+	I	0,02

7. Fagnolles, le Franc Bois; calcaire frasnien; taillis sous futaie jeune; 400 m²; 30 août 1955. En outre : *Festuca heterophylla* +, *Isothecium myosuroides* 1-2, *Rhytidiadelphus triquetrus* 1-2, *Thamnium alopecurum* 1-2.

8. Merlemont, le Franc Bois, à proximité du parc du château; calcaire frasnien dolomitisé; taillis sous futaie; 200 m²; 25 mai 1960; futaie 25 m maximum; taillis 1 à 6 m. En outre : *Ulmus sp.* a +2, *Viburnum opulus* a +, *Brachypodium silvaticum* +2, *Poa nemoralis* +2.

9. Matagne-la-Grande, partie nord du Bois Les Mires; calcschistes du frasnien moyen; futaie; 200 m²; 22 mai 1960; futaie 20 m; taillis 1 à 3 m. En outre : *Tilia platyphyllos* juv. +, *Fissidens taxifolius* 1-2.

10. Roly, partie nord du Bois Cumont; calcaire frasnien; taillis sous futaie; 400 m²; 15 mai 1960; futaie de 15 à 20 m; taillis de 3 à 8 m. En outre : *Clematis vitalba* a 1-2, *Ulmus sp.* a +2, *Clematis vitalba* +2, *Epipactis sp.* +, *Narcissus pseudonarcissus* +, *Bryum capillare* 1-2, *Fissidens cristatus* +, *Mnium undulatum* 1-2.

P : Coefficient de présence, échelle de 1 à 5.

M : Quantité moyenne (ou recouvrement moyen), c'est-à-dire la quantité avec laquelle une espèce est représentée en moyenne dans tous les individus d'association groupés au sein du tableau. Nous avons suivi pour ce calcul l'échelle proposée par Tüxen et Ellenberg :

5 : 87,5 4 : 62,5 3 : 37,5 2 : 15 1 : 2,5 + : 0,1

dépendance du vent; la progression de cet arbre ne peut se faire qu'assez lentement et de proche en proche.

Soulignons d'ailleurs les relations entre la hêtraie calcicole et les pelouses calcaires. Lors des coupes qui interviennent souvent brutalement par l'élimination complète du taillis, de nombreuses espèces de pelouses colonisent temporairement le parterre de coupe où les espèces nitrophiles, remarquons-le, restent très rares. Ces espèces de pelouses proviennent de quelques plantes qui ont pu subsister, en dehors des périodes d'exploitation, dans les layons qui sillonnent la forêt. Dans la hêtraie de Matignolles, par exemple, une coupe récente (1959) a favorisé dans la hêtraie l'apparition de nombreuses espèces héliophiles qui se sont installées en pelouses ouvertes entre les buissons formés par les rejets de souche hauts à peine de un à deux mètres : *Viburnum lantana, Sorbus torminalis* qui drageonne abondamment, *Ligustrum vulgare, Fagus silvatica, Cornus sanguinea, C. mas, Prunus spinosa.* Nous y avons noté l'abondance de *Carex montana,* que l'on retrouve d'ailleurs sous la hêtraie, la présence de *Sesleria coerulea, Brachypodium pinnatum, Viola hirta, Bupleurum falcatum, Melica nutans, Polygonatum odoratum, Helleborus foetidus, Euphorbia cyparissias, Sanguisorba minor, Vincetoxicum officinale, Clematis vitalba, Origanum vulgare, Melampyrum pratense* fa, *Primula veris, Bromus benekeni, Mercurialis perennis,* etc.

La persistance du traitement en taillis à courte révolution explique la mauvaise régénération du hêtre dans ce groupement. C'est là un fait observable également en Lorraine française; les plantules et les jeunes hêtres, qui ont la réputation d'être sciaphiles, ne supportent pas l'obscurité trop dense du taillis bas branchu. La régénération du hêtre ne s'effectue de façon satisfaisante que sous une futaie relativement élevée.

Sol.

Le sol de la hêtraie calcicole reste assez superficiel. La roche affleure à faible profondeur. Les racines du hêtre s'insinuent profondément dans les fissures de la roche, diaclases et surfaces de stratification, qu'elles contribuent à élargir; sur un à deux mètres de hauteur, calcaires et dolomies se désagrègent. Des fragments calcaires de toutes tailles se notent à toutes les profondeurs dans le profil. En surface, des blocaux calcaires font saillie parmi la litière des feuilles mortes; ils sont fréquemment dissimulés sous un mince placage formé de mousses sociales comme *Ctenidium molluscum, Isothecium myurum, Homalia trichomanoides,* etc.

Sur calcaire, le profil du sol se présente généralement de la manière suivante. La litière est assez abondante, formée principalement de feuilles de hêtre, plus rarement de chêne, se décomposant généralement bien; rarement, une certaine tendance à l'accumulation, avec formation d'une couche de fermentation, paraît se localiser aux petites dépressions qui peuvent se marquer dans le sous-bois. Sous la litière, on remarque un horizon grumeleux un peu humifère, épais de 2 à 3 cm, à pH assez variable mais néanmoins élevé,

7,7 pour le relevé 2; 6,5 à 7 pour le relevé 3; 7,4 pour le relevé 4; 7,5 pour le relevé 8; 6,2 pour le relevé 9; 6,5 à 7,3 pour le relevé 10. Cet horizon est riche en racines très fines, en rhizomes d'anémones, etc. Plus bas on trouve un horizon brun un peu humifère, épais d'environ 15 cm, renfermant de nombreuses racines et parcouru par des galeries de rongeurs. Le pH reste voisin de la neutralité : 7 dans les relevés 3, 6 et 9; 6,5 dans le relevé 4; 7,4 dans le relevé 10. Plus bas, apparaît un horizon de limon argileux brun clair, avec des fragments calcaires très corrodés, beaucoup plus nombreux que dans les horizons supérieurs et devenant de plus en plus nombreux; dans le relevé 9, nous y avons mesuré un pH de 7,3.

Nous avons également observé le sol de la hêtraie installée sur des dolomies frasniennes (relevés 1 et 5). A Roly, au Bois Cumont (relevé 5), on note une litière abondante et une couche de fermentation assez mince. Puis vient un horizon très grumeleux, assez mince, brun noir, renfermant de nombreux fragments végétaux décomposés, parcouru par des racines très fines (pH 7.4). On note ensuite un horizon brun clair, formé d'une arène dolomitique très fine et parcouru par de nombreuses racines (pH 7,4). Vers 20 cm de profondeur apparaissent les premiers fragments de dolomie.

Bien que la litière soit souvent importante, nous n'avons jamais observé de formation d'humus brut; même lorsque le hêtre est l'essence dominante dans le taillis et la futaie, aucune trace d'acidification superficielle n'apparaît. Les espèces acidiphiles sont bannies de ce type forestier. Le faible recouvrement de la strate herbacée ne résulte pas d'une acidification des horizons superficiels, mais paraît être causé par la pénombre régnant habituellement sous le taillis.

Position phytosociologique.

La comparaison de notre tableau avec des relevés provenant de Lorraine ou d'Allemagne souligne la position subatlantique de la hêtraie de l'Entre-Sambre-et-Meuse. La présence de *Rosa arvensis, Tamus communis, Daphne laureola, Helleborus foetidus, Buxus sempervirens,* espèces à distribution subatlantique-subméditerranéenne, est très caractéristique à ce sujet; mais il faut néanmoins remarquer la grande rareté de *Narcissus pseudonarcissus,* présent seulement dans le relevé 10, alors qu'il est souvent dominant dans les taillis de chêne et de charme qui couvrent les plateaux calcaires. *Fagus* et *Narcissus pseudonarcissus* semblent donc s'exclure. L'absence de *Asperula odorata* est également à souligner.

Par rapport à la hêtraie lorraine, qui renferme ces mêmes espèces subatlantiques (avec en outre *Ornithogalum pyrenaicum*), la hêtraie de l'Entre-Sambre-et-Meuse est extrêmement appauvrie; les espèces montagnardes et médio-européennes, qui donnent aux hêtraies lorraines leur intérêt floristique, y sont rares ou même absentes. Nous n'y avons jamais trouvé, en effet, *Sorbus aria, Lonicera xylosteum, Hepatica triloba, Asarum europaeum, Scilla bifolia, Viola mirabilis, Pulmonaria angustifolia,* etc.

Quant aux hêtraies calcicoles allemandes, étudiées récemment par Oberdorfer et par Rühl, elles ne renferment plus qu'exceptionnellement les espèces subatlantiques signalées plus haut; elles sont au contraire très riches en espèces médio-européennes et possèdent un contingent important de montagnardes. Dans le département de l'Aisne et dans le Valois, les hêtraies calcicoles sèches décrites par Jouanne (*Caricetum digitatae*), Bournérias et Jovet, s'enrichissent en espèces atlantiques puisqu'on y trouve *Ruscus aculeatus* et *Ilex aquifolium*.

La hêtraie de l'Entre-Sambre-et-Meuse peut donc, en première approximation, être considérée comme une variante, appauvrie floristiquement, de la hêtraie lorraine. Sa position phytosociologique n'apparaîtra avec clarté que lorsque seront mieux connus les groupements forestiers qui occupent les affleurements calcaires dans le nord du Bassin de Paris, dans le département des Ardennes par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

Bournérias, M. — Les associations végétales de l'antique Forêt de Beine. Paris, 163 p. (1949).

Doing Kraft, H. et Westhoff, V. — De plaats van de beuk (*Fagus silvatica*) in het midden- en west-europese bos. *21ste Jaarb. Ned. Dendrolog. Ver. over 1956, 1957 en 1958* : 226-254 (1959).

Durin, L., Mullenders, W. et Vanden Berghen, C. — Sur la végétation xérique du bassin de la Meuse. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, **241** : 1844-1846 (1955).

Duvigneaud, J. — L'herborisation générale de la Soc. Roy. Bot. Belg. dans la Fagne de l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **87** : 209-229 (1955).

— Un site intéressant de l'Entre-Sambre-et-Meuse : la vallée de la Chinelle à Franchimont. *Les Nat. Belges*, **38** : 121-128 (1957).

— La forêt alluviale du Mont-Dieu. *Vegetatio*, VIII : 298-332 (1959).

Jouanne, P. — Essai de géographie botanique sur les forêts de l'Aisne; 4e partie, Les forêts. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **76** : 972-1009 (1929).

Jovet, P. — Le Valois. Paris, 389 p. (1949).

Oberdorfer, E. — Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Jena, 564 p. (1957).

Rühl, A. — Über die Waldvegetation der Kalkgebiete nordwestdeutscher Mittelgebirge. *Decheniana*, Beihefte **8** : 50 p. (1960).

Tulippe, O. — L'homme et la forêt tempérée en Belgique. *Bull. Soc. Roy. Belge de Géographie*, 66e année : 157-259 (1942).

Tüxen, R. — Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.* N. F. **5** : 155-176 (1955).

Vanden Berghen, C. — Remarques au sujet de la systématique des hêtraies de l'Europe occidentale. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **89** : 15-20 (1957).

Vanden Berghen, C. et Mullenders, W. — La caténa de Corniéville. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **90** : 63-71 (1957).

— Étude sur les groupements végétaux des environs de Champlitte. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **90** : 73-102 (1957).

ULMUS LAEVIS PALLAS
SA DISTRIBUTION EN BELGIQUE ET SON ÉCOLOGIE

par

J. DUVIGNEAUD

Ulmus laevis PALLAS (= *U. pedunculata* FOUGEROUX, *U. effusa* WILLD.) est indigène en Belgique. Son aire, telle qu'elle est connue jusqu'à ce jour en tenant compte des indications fournies par le Prodrome de la Flore belge, le Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, la Flore de CRÉPIN et celle de LAWALRÉE, ainsi que des herbiers déposés au Jardin Botanique de l'État à Bruxelles (BR), comprend deux îlots nettement localisés (1) :

1° Les vallées de la Lesse et de la Lomme, où CRÉPIN (1862) l'a signalé depuis Rochefort et Belvaux jusqu'à Vignée. En 1955, il a été recueilli à Anseremme (PETIT, 1955). En fait, il se rencontre tout au long de la vallée

(1) Signalons également la présence d'*Ulmus laevis* PALLAS dans les localités suivantes où, jusqu'à preuve du contraire, nous le considérons comme introduit, en l'absence d'indications topographiques et écologiques précises :

Heusden, près de Gand : BR, avec une note manuscrite de CRÉPIN « vraisemblablement cultivé »;

Vaerendonck, prov. d'Anvers : BR, VAN HAESENDONCK, bois montueux, mars-avril 1868, avec une note manuscrite de CRÉPIN « vraisemblablement cultivé »;

Bruxelles, Bois de la Cambre : BR, WESMAEL, 1860;

Héverlé, entre Héverlé et Egenhoven : BR, LAWALRÉE, 6 avril 1951, « petit bois le long du ruisseau, arbres probablement plantés »;

Huy, La Sarte : BR, CHARLET, 16 avril 1892, 25 août 1928, juillet 1939;

Méan, prov. de Namur : BR, WATHELET, 24 avril 1915;

Marche : AIGRET, Prodrome de la Flore belge, p. 900;

Angleur, Sart-Tilman, AIGRET 1905;

La Reid : BR, HALIN, mai 1887 et 10 mai 1888, « planté, haie, chemin creux »;

Bonnert, Frassem : BR, LEMOINE, avril 1891

Ulmus laevis a été signalé aussi à Matagne-la-Petite (Saint-Hilaire) par AIGRET et FRANÇOIS (voir Prodrome de la Flore belge, Additions et Corrections, p. 900). Cette citation nous paraît très douteuse : nous n'avons pas vu d'exemplaires d'herbier relatifs à cette récolte et AIGRET, dans deux publications postérieures à la parution du Prodrome (1905, 1908), ne cite plus cette localité.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 93, p. 175 (1961). — Communication présentée à la séance du 9 octobre 1960.

de la Lesse entre Vignée et Anseremme où il est très abondant; nous y reviendrons.

2° La vallée de la Vesdre, où il a été trouvé à Chaudfontaine, Nessonvaux et Forêt (Strail 1863, Troch 1897) et noté pour la dernière fois à Chaudfontaine en 1928 (Lonay 1929) (2).

Au cours de l'été 1960, nous avons trouvé *Ulmus laevis* dans de nombreuses localités de la vallée de l'Hermeton et du bassin du Viroin. A notre connaissance, l'orme lisse n'avait jamais été signalé dans ces régions. Nous avons pu également confirmer sa présence dans la vallée de la Lesse, entre Vignée et Anseremme.

1. Localités dans le bassin du Viroin (alt. 170 m à 120 m).

Petigny, rive gauche de l'Eau Noire, en aval des Grottes de l'Adugeoir. Une vieille cépée d'*Ulmus laevis* se rencontre dans une forêt alluviale très fragmentaire, au pied de la falaise de calcaire frasnien. L'orme lisse croît à environ un mètre au-dessus du niveau normal des eaux, accompagné de *Acer pseudoplatanus, Fraxinus excelsior, Alnus glutinosa, Corylus avellana, Salix alba, Quercus robur, Euonymus europaeus, Galeopsis tetrahit, Impatiens nolitangere, Melandrium rubrum, Glechoma hederacea, Alliaria officinalis, Urtica dioica, Rubus caesius, Festuca gigantea, Stachys silvatica, Scrophularia nodosa, Anthriscus silvestris, Saponaria officinalis, Geum urbanum, Malachium aquaticum,* etc.

Dourbes, en aval du village, rive gauche du Viroin, à proximité du pont qui franchit la rivière et permet de gagner Nismes par le Plateau des Abannets. Un buisson d'orme lisse croît contre le pont même et quelques pieds existent çà et là en aval et en amont du pont. L'orme lisse se présente ici dans un fragment de forêt alluviale dont nous donnons plus loin un relevé (relevé 1, p. 183).

Dourbes, en aval du village, versant nord du Tienne de Flimoye, sur la rive gauche du Viroin, presque à la limite d'Olloy. Plusieurs individus d'ormes lisses se présentent dans un fragment très réduit de forêt alluviale (relevé 2), en contact avec la végétation du *Scolopendrieto-Fraxinetum* couvrant les éboulis de calcaire givétien qui descendent vers la rivière; un buisson d'orme lisse se trouve d'ailleurs dans la partie inférieure de cette forêt de ravin, sur éboulis.

Olloy, en aval du village, plusieurs cépées dans un fragment de forêt alluviale situé sur la rive droite du Viroin, là où la plaine alluviale, habituel-

(2) A proximité de nos frontières, signalons la présence d'*Ulmus laevis* dans la vallée de la Sambre française, dans le département du Nord (Durin et géhu 1956); dans le département des Ardennes, dans la Forêt du Mont-Dieu située dans la vallée de la Bar, et dans la Forêt de Nouart (Duvigneaud 1958 et 1959). Il est très abondant en Lorraine (départements de la Meuse, de la Moselle, de la Meurthe-et-Moselle, des Vosges, etc).

lement réduite à un liséré de faible largeur, s'étale de façon importante au pied du versant fortement incliné (relevé 3). Ici également un buisson d'orme lisse est présent sur les éboulis (quartzites emsiens) dans le bas de la pente, à environ un mètre au-dessus du niveau de la plaine alluviale.

Vierves, en amont du village, sur la rive droite du Viroin, une très vieille cépée au pied des éboulis de quartzites emsiens, à la limite de la plaine alluviale actuellement déforestée.

Treignes, en amont du village, sur la rive droite du Viroin, dans un fragment de forêt alluviale de superficie réduite à quelques m^2 : des buissons d'ormes lisses et d'aulnes glutineux occupent, en bordure de la rivière, le cône d'alluvions formé par un petit torrent généralement à sec l'été. Les deux arbres maintiennent solidement, dans l'entrelacement de leurs énormes racines, les blocs de quartzites emsiens qui se sont accumulés au pied du versant subvertical. On trouve avec eux *Quercus robur,* des rejets et des plantules de *Ulmus laevis, Rubus caesius, Valeriana officinalis, Filipendula ulmaria, Urtica dioica, Carpinus betulus* pl., *Lamium galeobdolon, Geranium robertianum, Angelica silvestris, Geum urbanum, Festuca gigantea, Poa nemoralis, Atriplex hastata, Stachys silvatica, Eurhynchium swartzii, Pellia epiphylla, Mnium undulatum,* etc.

Treignes, en aval du village, sur la rive droite du Viroin, toujours dans un fragment de forêt alluviale entre la rivière et la pente raide formée par les affleurements couviniens sur le versant de la vallée. *Alnus glutinosa,* très abondant, est accompagné de l'orme lisse, du charme, du frêne, du coudrier, de l'érable champêtre, avec *Salix cinerea, Viburnum opulus, Tilia platyphyllos, T. cordata, Galeopsis tetrahit, Solanum dulcamara, Poa trivialis, Rubus caesius, Lamium galeobdolon, Festuca gigantea, Ribes rubrum, Melandrium rubrum,* etc.

Mazée, en aval du Moulin, sur la rive gauche du Viroin. L'orme lisse accompagne ici *Alnus glutinosa* dans le groupement forestier qui colonise l'étroite plaine alluviale; avec eux croissent *Corylus avellana, Acer campestre, Fraxinus excelsior, Rosa canina, Prunus spinosa, Cornus sanguinea, Viburnum opulus, Convolvulus sepium, Rubus caesius, Hedera helix, Festuca gigantea, Lamium galeobdolon, Phalaris arundinacea, Brachypodium silvaticum, Anthriscus silvestris, Melandrium rubrum, Alliaria officinalis, Stachys silvatica, Lysimachia vulgaris, Lythrum salicaria, Galeopsis tetrahit, Poa trivialis, Urtica dioica, Scrophularia nodosa, Glechoma hederacea,* etc. Deux vieilles cépées se trouvent également dans le bas de la pente qui descend vers la rivière; le sol y est très frais, grumeleux en surface, formé principalement de limon riche en débris schisteux de l'Emsien; l'orme lisse recouvre un tapis herbacé dominé par le lierre et riche en espèces hygrophiles : *Rubus caesius, Stachys silvatica, Alliaria officinalis, Geum urbanum* et surtout *Adoxa moschatellina.*

Vireux-Molhain (département des Ardennes), en amont de Molhain, sur la rive droite du Viroin, dans un liséré de forêt alluviale qui s'est maintenue au pied de la pente forte occupant la rive concave de la rivière (Emsien), en compagnie de l'aulne glutineux, du frêne, du cornouiller sanguin, avec *Festuca gigantea, Rubus caesius, Alliaria officinalis, Glechoma hederacea, Geum urbanum, Brachypodium silvaticum, Melandrium rubrum, Lamium galeobdolon, Deschampsia caespitosa, Lysimachia vulgaris, Impatiens nolitangere, Ribes rubrum, Milium effusum, Scrophularia nodosa, Cardamine pratensis, Rosa arvensis, Athyrium filix-femina, Aconitum vulparia, Valeriana officinalis, Urtica dioica, Rubus idaeus, Galeopsis tetrahit, Conocephalum conicum, Pellia endiviaefolia* f. *furcigera, Brachytecium rutabulum, Mnium undulatum, M. punctatum, M. hornum, Lophocolea bidentata, Fissidens bryoides,* etc.

2. Localités dans la vallée de l'Hermeton (alt. 160 m à 105 m).

Hastière, rive gauche de l'Hermeton, le long de la rivière, avec *Alnus glutinosa,* entre le moulin et la buvette.

Hermeton-sur-Meuse, rive droite, en amont de la buvette, au pied du versant en pente raide (Famennien) qui porte le taillis mélangé hygroneutrophyte décrit récemment dans cette vallée par Lelouchier (1960). On y observe de vieilles cépées de *Ulmus laevis, Alnus glutinosa, Acer campestre,* avec *Fraxinus excelsior, Cornus sanguinea, Viburnum opulus, Corylus avellana, Phalaris arundinacea, Geum urbanum, Filipendula ulmaria, Fraxinus excelsior* pl., *Angelica silvestris, Poa nemoralis, Festuca gigantea, Valeriana officinalis, Rubus caesius, Lysimachia vulgaris, Geranium robertianum, Primula elatior, Agropyron caninum, Scirpus silvaticus, Eupatorium cannabinum, Ribes rubrum, Thamnium alopecurum, Mnium undulatum, Brachytecium rutabulum,* etc.

Morville, rive gauche de l'Hermeton, dans un fragment de forêt alluviale, avec *Alnus glutinosa, Tilia cordata, Fraxinus excelsior, Urtica dioica, Aconitum vulparia, Rubus caesius, Lysimachia vulgaris, Angelica silvestris, Deschampsia caespitosa, Carex silvatica, Hedera helix, Festuca gigantea,* et à proximité *Frangula alnus, Petasites hybridus, Galeopsis tetrahit, Crataegus oxyacantha, Filipendula ulmaria, Impatiens nolitangere, Euphorbia stricta,* etc.

Gochenée, rive droite de l'Hermeton, dans la plaine alluviale de la rivière, dans une forêt dégradée par une coupe très récente. *Alnus glutinosa* y est dominant et accompagné de *Acer pseudoplatanus, Ulmus laevis, Fraxinus excelsior, Salix alba, Viburnum opulus, Carpinus betulus, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Euonymus europaeus, Humulus lupulus.* On trouve dans la strate herbacée *Alliaria officinalis, Agropyron caninum, Deschampsia caespitosa, Dryopteris filix-mas, Festuca gigantea, Filipendula ulmaria, Gera-*

nium robertianum, Geum urbanum, Glechoma hederacea, Iris pseudacorus, Lamium galeobdolon, Lysimachia vulgaris, Melandrium rubrum, Lampsana vulgaris, Poa nemoralis, Primula elatior, Ribes rubrum, Rubus caesius, Urtica dioica, Valeriana officinalis, Rubus sp., Aconitum vulparia, Colchicum autumnale, Dipsacus pilosus, avec *Mnium undulatum, Eurhynchium striatum,* etc.

3. Localités dans la vallée de la Lesse, entre Vignée et Anseremme (alt. 135 m à 90 m).

Wanlin, rive droite de la Lesse, au nord du village, dans un liséré de forêt alluviale au pied du versant contre lequel on remarque un ancien lit de la Lesse. *Ulmus laevis* se retrouve également un peu plus en aval, là où la rivière coule au pied même de la falaise; une cépée se rencontre d'ailleurs dans une anfractuosité des rochers de psammites famenniens, à environ 5 m au-dessus du niveau de la rivière.

Hour-Havenne, à l'est d'Havenne, sur la rive gauche de la Lesse, au pied du versant de la vallée, en lisière des parcs qui occupent à cet endroit la plaine alluviale, avec *Tilia platyphyllos, Alnus glutinosa, Corylus avellana, Cornus sanguinea, Aconitum vulparia, Galeopsis tetrahit, Filipendula ulmaria, Melandrium rubrum, Urtica dioica, Lamium galeobdolon,* etc.

Hérock, rive droite de la Lesse, en amont du Pont d'Havenne, dans un fragment de forêt alluviale, avec *Alnus glutinosa,* au pied du versant occupé par des affleurements de psammites famenniens. En octobre 1960, une crue de la rivière avait atteint les branches les plus basses des ormes.

Hour-Havenne, rive gauche de la Lesse, en aval de la halte de chemin de fer, dans un fragment de forêt alluviale au pied du versant très escarpé (psammites famenniens), avec *Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Prunus spinosa, Glechoma hederacea, Filipendula ulmaria, Lysimachia vulgaris,* etc.

Hour-Havenne, rive droite de la rivière, au nord de Lissoir, dans un fragment de forêt alluviale occupant la rive concave, au pied du versant de la vallée couvert d'un taillis thermophile. Avec *Ulmus laevis,* on trouve *Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Acer campestre, Tilia cordata,* etc.

Houyet, à l'est de la gare, en amont du pont, dans un fragment de forêt alluviale au pied du versant escarpé (psammites famenniens), avec *Alnus glutinosa* et *Acer campestre.*

Houyet, au nord de la gare, sur la rive gauche, le long de la route vers Herhet : 1° au pied de la falaise de psammites famenniens, dans l'escarpement rocheux à 2 m environ au-dessus du niveau de la plaine alluviale;

2° dans la plaine alluviale, le long d'un petit ruisselet affluent de la Lesse; 3° sur une île au milieu de la rivière, avec *Alnus glutinosa*; etc.

Houyet, au nord de la gare, sur la rive droite, en amont et en aval du pont de chemin de fer, au pied du versant qui porte le Château Royal d'Ardenne, dans un liséré de forêt alluviale qui occupe la pente bordant la rivière, avec *Carpinus betulus, Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Tilia cordata, Acer pseudoplatanus, Quercus robur,* etc.

Gendron, le long de l'Ywenne, petit affluent de la rive droite de la Lesse, dans la forêt alluviale qui occupe les deux rives du ruisseau, avec *Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, A. campestre, Prunus padus* (un arbre de plus de 8 m de haut, de plus de 20 cm de diamètre), *Euonymus europaeus, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Agropyron caninum, Filipendula ulmaria, Lamium galeobdolon, Melandrium rubrum, Festuca gigantea, Petasites hybridus, Chrysosplenium oppositifolium,* et même *Asplenium scolopendrium* qui colonise les blocs de psammites famenniens éboulés dans la zone fréquemment inondée. L'orme lisse se retrouve également dans le bas de la pente, dans la partie inférieure du versant, avec *Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus, Quercus robur, Corylus avellana, Urtica dioica, Glechoma hederacea, Hedera helix, Filipendula ulmaria, Geum urbanum, Brachypodium silvaticum, Galeopsis tetrahit, Polygonum dumetorum,* etc.

Gendron, au sud-est du village, sur la rive droite de la Lesse, dans la plaine alluviale fréquemment inondée, avec *Fraxinus excelsior, Alnus glutinosa, Salix* div. sp. L'orme lisse se retrouve au pied de la pente, où il se mêle au charme et à l'orme des montagnes. Une cépée d'orme lisse se voit également dans la pente, à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de la rivière, sur des éboulis de schistes famenniens donnant un sol assez frais, avec *Urtica dioica, Lamium galeobdolon, Brachypodium silvaticum, Glechoma hederacea.* Près de la fontaine de Gendron, sur le plateau, au sud-est du village, on trouve un pied d'orme lisse planté dans la haie qui ceinture un verger.

Mesnil-Eglise, Bois del Priesse, sur la rive gauche de la Lesse, où l'orme lisse se rencontre dans les parties de la plaine alluviale fréquemment inondées, par exemple dans la saussaie ripuaire, avec *Alnus glutinosa.*

Gendron, au lieu-dit Le Chérau, au sud-ouest du village, sur la rive droite, un peu en aval de la sortie du tunnel du chemin de fer, dans une très belle forêt alluviale fréquemment inondée, située au pied du versant (Famennien). *Ulmus laevis* y est dominant et accompagné de *Alnus glutinosa, Acer campestre, Quercus robur, Carpinus betulus, Fraxinus excelsior, Viburnum opulus, Corylus avellana, Euonymus europaeus, Cornus sanguinea, Deschampsia caespitosa, Brachypodium silvaticum, Rubus caesius, Hedera helix,* etc.

Hulsonniaux, à l'est du village, sur la rive gauche de la Lesse, dans le liséré de forêt alluviale qui se rencontre au pied du versant occupé par une forêt de ravin à frêne, orme des montagnes, érable, scolopendre et *Lunaria rediviva*. Avec l'orme lisse, on trouve *Alnus glutinosa, Corylus avellana, Quercus robur, Carpinus betulus, Cornus sanguinea, Fraxinus excelsior, Deschampsia caespitosa, Brachypodium silvaticum, Geum urbanum, Rubus caesius, Filipendula ulmaria, Melandrium rubrum,* et même *Lunaria rediviva* qui est donc présent ici, dans cette zone fréquemment inondée.

Furfooz, rive gauche de la Lesse, en face et en amont de la gare de Gendron-Celles. L'orme lisse y est particulièrement abondant. On le rencontre surtout dans la plaine alluviale, en lisière de la Lesse, avec *Alnus glutinosa, Viburnum opulus, Acer campestre, Quercus robur, Corylus avellana, Humulus lupulus, Rubus caesius, Alliaria officinalis, Filipendula ulmaria, Lysimachia vulgaris, Glechoma hederacea, Geum urbanum, Poa nemoralis, Anthriscus silvestris*. On le voit également au bas de la pente, dans la zone des éboulis famenniens atteinte seulement lors des inondations les plus importantes; *Lunaria rediviva* est également présent dans cette zone. Plus haut, sur le versant de la vallée, dominent les espèces de la forêt de ravin et *Ulmus scabra* y relaie l'orme lisse.

Gendron, rive droite de la Lesse, en amont de la gare. *Ulmus laevis* y est abondant. Des pieds isolés existent çà et là dans la saussaie riveraine. On le trouve également dans la forêt alluviale qui occupe une bande très étroite au pied de la falaise de psammites calcareux contre laquelle la rivière vient buter, à proximité de l'entrée du tunnel; on trouve là une très vieille cépée d'orme lisse; déchaussée par la violence du courant, elle est immergée à chaque crue de la rivière. Plus en amont, l'orme lisse se rencontre en lisière de la plaine alluviale occupée par des parcs, dans le bas du versant fréquemment atteint par les inondations. Exceptionnellement, on le voit aussi dans la partie basse de la forêt de ravin, recouvrant un sous-bois à mercuriale et scolopendre installé sur les éboulis les plus fins.

Furfooz, au sud du village, sur la rive droite de la Lesse, en amont de la buvette du Parc National, où nous l'avons signalé en 1958 (voir relevé 4), dans l'étroit liséré de plaine alluviale, en bordure des éboulis de calcaire tournaisien. *Ulmus laevis* doit encore se rencontrer plus en aval. Faute de temps, nous n'avons pu parcourir cette extrémité aval de la vallée de la Lesse.

Ces localités nouvelles étendent singulièrement l'aire occupée par l'orme lisse en Belgique. Peut-être des recherches suivies, au sud du sillon Sambre-Meuse, permettraient-elles de le découvrir également dans d'autres vallées ?

Nous ne croyons pas qu'il s'agisse d'une progression récente de cette essence forestière. Dans toutes ces localités, en effet, nous avons rencontré

surtout de très vieillles cépées. L'orme lisse s'y présente comme dans les environs de Han-sur-Lesse où, selon Crépin (1862), ses « troncs, recépés à chaque coupe de futaie, sont courts, très gros et paraissent avoir un grand âge, plusieurs siècles peut-être ». Les souches, par suite du traitement en taillis, présentent de nombreux rejets; actuellement certaines d'entre elles atteignent deux à trois mètres de diamètre; les troncs élevés sont rares. L'orme lisse, qui a une croissance très lente, n'est donc pas d'introduction récente dans ces régions.

Nous pensons, bien au contraire, qu'il devait avoir jadis une plus grande extension et que son aire naturelle a été considérablement fragmentée par l'occupation humaine des sols alluviaux dont la vocation agricole a été mise à profit; presque partout, les plaines alluviales ont été déforestées, et les forêts alluviales ont cédé la place à des groupements prairiaux.

Actuellement, il est presque impossible de trouver dans les vallées de nos fleuves et de nos grandes rivières des forêts alluviales développées de façon optimale; la seule exception paraît être la Forêt domaniale du Mont-Dieu, dont 5 km^2 occupent la plaine alluviale de la Bar, dans le département français des Ardennes. Partout ailleurs, les forêts alluviales naturelles ne subsistent plus que dans les vallées les moins importantes, dans les portions d'accès difficile, par exemple le long des rives concaves, là où la plaine alluviale se réduit à une bande de faible largeur en contact avec les falaises ou les pentes raides d'éboulis qui portent des forêts à frêne, tilleul, érable et scolopendre. Dans la vallée de la Meuse, par exemple, les forêts alluviales naturelles n'existent plus; la canalisation du fleuve, il y a plus d'un siècle, a sans doute fait disparaître les derniers fragments de ce rare groupement forestier. Les quelques bois que l'on voit sur la rive droite de la Meuse à Blaimont, Hastière, Waulsort, Anseremme, au pied des rochers de Freyr, et plus en amont, à Auberives et à Chooz, dans le département des Ardennes, sont généralement très altérés et notamment défigurés par des plantations : *Populus* div. sp., *Alnus incana, Ulmus* div. sp. (= *U. campestris* s. lat.), *Juglans regia, Robinia pseudo-acacia,* etc. La plupart de ces fragments paraissent d'ailleurs être des groupements de recolonisation forestière. Si les saules, le frêne, l'aulne, le coudrier y sont généralement bien représentés, l'orme lisse ne s'y rencontre jamais.

Ce dernier paraît être en effet, dans nos régions du moins, une essence purement forestière douée d'une grande vitalité au sein d'une forêt en équilibre; il est absent au contraire des premiers stades de la recolonisation. Sa présence confère donc aux groupements forestiers des plaines alluviales un caractère relictuel très net. Son aire morcelée, en relation avec la destruction de la plupart de nos forêts alluviales, permet de supposer qu'il devait jouer un rôle important dans le couvert arborescent de ce type forestier. Il y était vraisemblablement l'un des arbres dominants, comme nous avons pu le constater dans la forêt domaniale du Mont-Dieu (J. Duvigneaud 1959).

Numéro du relevé	1	2	3	4
Recouvrement en %				
A. Strate arborescente	30	.	20	100
a. Strate arbustive...	90	80	100	40
Strate herbacée...	60	70	80	60
Strate muscinale	50	60	40	.
STRATES ARBOR. ET ARB.				
Alnus glutinosa A	1-1	.	.	3-2
Alnus glutinosa a	2-2	2-2	2-2	.
Ulmus laevis A	1-1	.	.	3-3
Ulmus laevis a	2-3	3-2	2-2	2-3
Fraxinus excelsior A...	2-1	.	1-1	2-1
Fraxinus excelsior a...	1-1	2-2	2-1	+
Acer campestre a	+	2-2	1-2	1-2
Acer pseudoplatanus a	1-2	1-2	1-2	1-2
Corylus avellana a	3-3	2-2	2-2	1-2
Viburnum opulus a	1-2	1-2	1-2	1-2
Hedera helix A	+	.	.	+
Hedera helix a	+	+	.	.
Carpinus betulus A	.	.	.	+
Carpinus betulus a	1-2	.	2-2	.
Cornus sanguinea a...	2-2	.	+	.
Euonymus europaeus a	1-2	.	.	+
Clematis vitalba a	+	+	.	.
Prunus spinosa a	2-2	+	.	.
Tilia platyphyllos a	+	.	+	.
Sambucus nigra a	.	.	1-2	1-2
STRATE HERBACÉE				
Caractéristiques de l'Alno-Padion				
Rubus caesius	2-2	1-2	1-2	+
Agropyron caninum	2-2	2-2	1-2	2-2
Ribes rubrum	+2	1-2	3-3	.
Impatiens nolitangere	.	.	+	2-1
Ulmus laevis pl. et rej.	+	.	.	.
Hygrophytes et nitrophytes des forêts d'humus doux				
Urtica dioica...	+	+	2-2	1-2
Valeriana officinalis	+	+	+	+
Festuca gigantea...	1-2	1-2	1-2	1-2
Melandrium rubrum...	1-2	1-2	1-2	1-2
Filipendula ulmaria	1-2	1-2	2-2	.
Glechoma hederacea	1-2	1-2	2-2	.
Cardamine pratensis...	+	+	(+)	.
Poa trivialis	+	.	1-2	+
Geum urbanum	1-1	1-2	1-2	

Numéro du relevé	1	2	3	4
Recouvrement en %				
A. Strate arborescente	30	.	20	100
a. Strate arbustive	90	80	100	40
Strate herbacée	60	70	80	60
Strate muscinale	50	60	40	.
Galium aparine	1-2	.	+	2-2
Stachys silvatica	+	.	+	1-1
Alliaria officinalis	1-2	1-2	1-2	.
Anthriscus silvestris	+	+	.	+
Polygonum bistorta	.	+2	.	1-2
Adoxa moschatellina	.	.	1-2	1-2
Ranunculus ficaria	.	.	1-2	
Angelica silvestris	.	+	.	.
Ajuga reptans	+	.	.	.
Deschampsia caespitosa	+	.	.	.
Espèces des Querceto-Fagetea				
Viola silvestris	+	+	1-2	+
Poa nemoralis	2-2	2-2	1-2	1-2
Moehringia trinervia	+	+	+	.
Ribes uva-crispa	.	+2	+2	1-2
Hedera helix	2-2	1-2	.	+
Arum maculatum	+	.	+	+
Lamium galeobdolon	2-2	2-2	1-2	.
Fraxinus excelsior pl.	+	+	.	.
Scrophularia nodosa	+	+	.	.
Brachypodium silvaticum	2-2	.	.	1-2
Compagnes et espèces des coupes				
Galeopsis tetrahit	+	+	+	+
Geranium robertianum	1-1	+	1-2	.
Dactylis glomerata	+	+	+	.
Aethusa cynapium	+	.	+	.
Malachium aquaticum	+	.	.	+
Lampsana communis	+	+		.
Galium mollugo	1-2	1-2	.	.
Senecio fuchsii	+	+	+	.
Heracleum sphondylium	+	.	.	+
STRATE MUSCINALE				
Mnium undulatum	2-2	3-3	2-2	.
Brachytecium rutabulum	2-2	1-2	.	.
Eurhynchium swartzii	1-2	.	2-2	.
Mnium punctatum	2-2	1-2	.	.
Conocephalum conicum	+2	1-2	.	.
Pellia endiviaefolia	2-2	2-2		.
Fissidens taxifolius	.	1-2	+	

Écologie.

Dans les vallées de la Lesse, de l'Hermeton et du Viroin, *Ulmus laevis* paraît être lié à la frênaie-aulnaie de plaine alluviale dont quelques fragments se sont maintenus sur de faibles superficies, principalement dans les rives concaves, là où la plaine alluviale se réduit fréquemment à un liséré de faible largeur souvent interrompu et adossé au versant en pente raide. La forêt de plaine alluviale peut, de ce fait, renfermer des espèces des forêts de ravin comme *Asplenium scolopendrium* et *Lunaria rediviva,* des espèces ripuaires comme *Phalaris arundinacea* et *Lysimachia vulgaris,* des espèces du *Bidention* et de nombreuses nitrophiles : *Malachium aquaticum, Polygonum hydropiper, Aethusa cynapium,* etc. Notre tableau réunit quelques-uns de nos relevés les plus représentatifs; nous rapportons sans aucun doute ce type forestier au *Pruneto-Fraxinetum* Oberdorfer 1953, qui se présente sous une variante subatlantique, appauvrie floristiquement. Les espèces médio-européennes y sont rares ou absentes (*Equisetum hyemale, Carex brizoides, Prunus padus*); *Ribes rubrum,* à aire plutôt subatlantique, abonde.

Dans toutes les localités où nous l'avons découvert, *Ulmus laevis* paraît jouer un rôle important dans cette frênaie-aulnaie. Croissant souvent en bordure même de la rivière, il fixe les alluvions grâce à ses souches énormes et à ses racines puissantes. Le fait est particulièrement visible lorsque la plaine alluviale se réduit à une mince frange adossée à une falaise. C'est le cas notamment à Treignes, à Vireux, à Hastière, à Petigny, où les souches retien-

1. Dourbes, rive gauche du Viroin en aval du village, à proximité du pont qui franchit la rivière et permet de gagner Nismes par le plateau des Abannets (calcaire givétien); berge de la rivière, 1 m sur 50 m; 23 juin et 6 août 1960. Futaie 8 à 15 m; taillis 1 à 7 m. En outre : *Barbaraea vulgaris* +, *Campanula trachelium* +, *Epilobium hirsutum* +, *E. montanum* +, *Equisetum palustre* +, *Lysimachia vulgaris* +, *Pimpinella magna* +, *Polygonum hydropiper* +, *Ranunculus repens* +, *Scutellaria galericulata* +.

2 Dourbes, rive gauche du village en aval du Viroin, presque à la limite d'Olloy, versant nord du Tienne de Flimoye (calcaire givétien); plaine alluviale très étroite le long de la rivière, 1 m sur 50 m; 6 août 1960; pH superficiel 7,8. Taillis 2 à 15 m. En outre : *Viburnum lantana* a +, *Asplenium scolopendrium* +, *Atriplex hastata* +, *Cirsium vulgare* +, *Dryopteris filix-mas* +, *Mercurialis perennis* 1-2, *Rosa arvensis* +, *Mnium riparium* 1-2, *Lophocolea bidentata* +, *Plagiochila asplenioides* +, *Thamnium alopecurum* +.

3. Olloy, rive droite du Viroin, en aval du village, dans la direction de Vierves; plaine alluviale élargie au pied du versant (Emsien supérieur); 100 m²; 31 août 1960. En outre : *Populus sp.* A 1-1, *Betula verrucosa a* +, *Crataegus oxyacantha* a 1-2, *Humulus lupulus* a 1-2, *Quercus robur* a +, *Salix caprea* a 1-2, *Tilia cordata* a (+2), *Aegopodium podagraria* 2-2, *Carex silvatica* +, *Galium cruciata* +, *Galium palustre* 1-2, *Iris pseudacorus* +, *Lythrum salicaria* +, *Phalaris arundinacea* +, *Rubus sp.* 1-2, *Stellaria holostea* +, *St. nemorum* +, *Brachytecium piliferum* 2-2, *Eurhynchium striatum* 2-2.

4. Furfooz, rive droite de la Lesse, près de la buvette du « Parc National », en contact avec la forêt de ravin qui occupe les éboulis de calcaire tournaisien; berge de la rivière 1 m sur 50 m; 22 mai 1958. Vieille futaie 20 à 25 m. En outre : *Allium ursinum* +, *Anemone nemorosa* 1-2, *Athyrium filix-femina* +, *Conium maculatum* +, *Lunaria rediviva* +, *Ranunculus auricomus* +.

nent dans l'entrelacement de leurs racines nombreuses et horizontales les blocaux de calcaire et de quartzite qui ont glissé le long du versant dans la direction de la rivière. Lorsque des torrents temporaires amènent vers la rivière un matériel détritique abondant, l'orme lisse contribue au maintien de ces alluvions grossières, même là où la violence du courant qui érode la rive concave se fait particulièrement sentir.

Nous avons eu l'occasion de signaler que quelques pieds d'orme lisse peuvent se rencontrer exceptionnellement dans la pente qui descend vers la plaine alluviale. C'est également le cas dans la vallée moyenne de la Lesse, ce qui a amené certains auteurs à considérer l'orme lisse comme une espèce caractéristique des forêts de ravin (Scolopendrieto-Fraxinetum). Mais il faut remarquer qu'il se rencontre alors presque uniquement dans les parties les plus basses des pentes d'éboulis, à 4 ou 5 mètres au maximum au-dessus du niveau de la plaine alluviale, c'est-à-dire dans des zones d'éboulis où la nappe phréatique n'est pas tellement bas et où l'économie en eau est relativement satisfaisante. Il ne se rencontre jamais au contraire dans le milieu ou dans le haut de ces pentes. Il fait donc partie du groupe des espèces des forêts alluviales qui transgressent dans la partie inférieure du versant de la vallée, dans le bas du *Scolopendrieto-Fraxinetum,* parfois de l'*Acereto-Fraxinetum.* Lorsqu'on dresse la liste des espèces croissant dans ces stations, on observe un mélange de plantes des forêts de ravin et des forêts alluviales. *Ulmus laevis* y est accompagné d'espèces assez inhabituelles dans un *Scolopendrieto-Fraxinetum* typique, comme *Rubus caesius, Stachys silvatica, Brachypodium silvaticum, Geum urbanum, Alliaria officinalis, Urtica dioica.* Crépin (1862), par exemple, décrivant la station d'*Ulmus laevis* de Ciergnon le long du sentier qui parcourt le coteau schisteux appelé Colyre de Naron et surplombe la Lesse, signale avec l'orme lisse « *Prunus padus* en grande quantité, *Aconitum lycoctonum, Ranunculus platanifolius, Stellaria nemorum, Cardamine impatiens, Sorbus torminalis, Aspidium aculeatum* ». C'est là un mélange d'espèces du *Pruneto-Fraxinetum* et du *Scolopendrieto-Fraxinetum.*

Mais c'est dans la plaine alluviale même, et surtout en bordure de la rivière, que l'orme lisse paraît atteindre sa vitalité maximale. Ce fait n'avait pas échappé aux anciens floristes et notamment à Debienne et Troch (1898) qui décrivaient ainsi la station d'*Ulmus laevis* située dans le bois d'Éprave : « A notre gauche, un petit bosquet, souvent inondé, resserré entre la rivière et la route que nous suivons, est remarquable par le grand nombre de plantes généralement printanières qui y croissent en abondance : *Anemone ranunculoides, Aconitum lycoctonum, Ulmus pedunculata, Gagea silvatica, Allium ursinum* ». Il s'agit donc bien, écologiquement et floristiquement, d'un fragment de forêt alluviale.

Rappelons également que dans le département des Ardennes, soit dans la forêt du Mont-Dieu, soit dans la forêt de Nouart, l'orme lisse se rencontre dans une variante subatlantique du *Pruneto-Fraxinetum Caricetosum* Ober-

DORFER 1953, dont le tapis herbacé est différencié par la présence de *Carex strigosa, C. remota, C. elongata, Veronica montana, Chrysosplenium alternifolium*, etc. Nous n'avons pas rencontré cette sous-association des frênaies-aulnaies dans les vallées de la Lesse, de l'Hermeton et du Viroin. Elle paraît liée en effet aux substrats argileux ou marneux, donnant des sols plus rétentifs en eau, fréquemment inondés et ne s'exondant que très lentement.

Conclusion.

La découverte de nouvelles localités d'*Ulmus laevis* étend de façon importante l'aire occupée par cette remarquable essence forestière en Belgique. *Ulmus laevis*, qui est une espèce médio-européenne, atteint sa limite occidentale en Belgique; grâce aux localités trouvées dans les vallées de l'Hermeton et du Viroin, on peut se rendre compte qu'il ne présente pas dans notre pays deux avant-postes isolés, mais vraisemblablement une aire jadis continue, aujourd'hui fragmentée par la déforestation des plaines alluviales. De nouvelles recherches, particulièrement dans les vallées de la Meuse, de l'Ourthe, peut-être aussi dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, le district lorrain et le Grand-Duché de Luxembourg, seraient nécessaires et permettraient sans doute de rattacher les localités belges à l'aire lorraine et allemande de cet arbre. La limite occidentale de cette espèce médio-européenne, lorsqu'elle sera connue avec précision, constituera un argument important pour fixer la limite entre les deux domaines médio-européen et atlantique. L'orme lisse, chez nous comme en Lorraine et en Allemagne, est une espèce caractéristique des frênaies-aulnaies de plaine alluviale.

BIBLIOGRAPHIE

AIGRET, Cl. — Flore analytique et descriptive des plantations des routes, des parcs et des jardins publics, Bruxelles, 217 p. (1905).

— Herborisation générale, faite dans les environs de Nismes, Dourbes, Olloy, Petigny et Boussu-en-Fagne, les 7 et 8 juin 1908. Catalogue des plantes rares dans les vallées du Viroin et de l'Eau Noire. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **45** : 404-434 (1908).

CRÉPIN, F. — Un coup d'œil sur la florule de Han-sur-Lesse. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **1** : 41-69 (1862).

DEBIENNE, M. et TROCH, P. — Compte rendu de l'Herborisation de la Soc. Roy. Bot. Belg. en 1897. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **36** (2) : 151-161 (1898).

DURAND, Th. — Prodrome de la Flore belge. III. Phanérogames, Bruxelles (1899).

DURIN, L. et GÉHU, J. M. — Remarques sur l'écologie et la répartition de quelques plantes de la vallée de la Sambre française. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, **9** : 38-48 (1956).

DUVIGNEAUD, J. — Notes floristiques sur le département des Ardennes. *Bull. Soc. Hist. Natura Mosana*, **11** : 72-74 (1958).

— Excursion du dimanche 22 mai 1958 à Furfooz et dans la vallée de la Lesse. *Natura Mosana*, **11** : 72-74 (1958).

— La forêt alluviale du Mont-Dieu. *Vegetatio*, VIII : 298-332 (1959).

LELOUCHIER, P. — Contribution à l'étude écologique des versants de vallée. La vallée de l'Hermeton. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **92** : 39-76 (1960).

LEY, W. — Florule des environs d'Eupen. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **10** : 75-85 (1871).

LONAY, H. — Rapport sur l'activité du Cercle de Botanique liégeois, Section de la Soc. Roy. Bot. Belg., pendant l'année 1928. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **62** : 20-23 (1929).

PETIT, E. — Excursion du 12 juin 1955 à Anseremme, Walzin, Dréhance et Penant. *Natura Mosana*, **8** : 52-53 (1955).

STRAIL, A. — Florule de Chaudfontaine et de Magnée (Liège). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **2** : 284-322 (1863).

TROCH, P. — Les acquisitions de la Flore belge en 1896 et 1897. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **36** (2) : 161-171 (1897).

ACQUISITIONS PRINCIPALES DE LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ 1959-1960

(A L'EXCEPTION DES PERIODIQUES)

---

1. Morphologie

OBATON, M. : Les lianes ligneuses à structure anormale des forêts denses d'Afrique occidentale; Thèses Fac. Sci. Paris, 220 p., 162 fig. (1960), Paris, Masson. — Don auteur; invent. 4486.

2. Physiologie végétale et Phytochimie

ANONYME : Proceedings of the Symposium on Phytochemistry, Kuala Lumpur, December 1957; Government of the Federation of Malaya and Unesco-Science Cooperation Office for South East Asia, 183 p., tables, fig. — Don Unesco; invent. 4371.

AUDUS, L. J. : Plant Growth Substances; ed. 2, XXII-553 p., 58 illustr. (1959). London, Leonard Hill, Plant Science Monographs, 1. — Don éditeur; invent. 4415; notice Bull. **92** : 273.

3. Génétique

ERNST, A. : Kreuzbestäubungen zwischen di- und monomorphen *Primula*-Arten und ihre Aufschlüsse zu Kompatibilitäts-Vererbungs- und Evolutionsproblemen; extr. Vierteljahrschr. Naturforsch. Gesellsch. Zürich., **104** (Festschr. Steiner) : 246-263, 7 fig. (1959). — Don auteur; invent. 4437.

ERNST, A. : Untersuchungen zur Phänanalysen zum Fertilitätsproblem und zur Genetik heterostyles Primeln. 4 : Die F_2-F_5 Nachkommenschaften der F_1-Bastarde (*hortensis* × *viscosa*). Dritter Teil; extr. Arch. Julius Klaus-Stiftung für Vererbungsforsch. Sozialanthrop. und Rassenhyg., **33** (3-4) : 103-251, 35 fig. (1958). — Don auteur; invent. 4438.

ERNST, A. — Stammesgeschichtliche Untersuchungen zum Heterostylieproblem. 5 : Mono- und Dimorphismus in *Primula*; extr. Arch. Julius Klaus-Stiftung für Vererbungsforsch. Sozialanthrop. und Rassenhyg., **34** (1-2) : 57-191, 19 fig., 26 tabl., 1 pl. (1959). — Don auteur; invent. 4439.

4. Écologie et Phytosociologie

Anonyme : Zone aride : Nouvelles du projet majeur de l'Unesco relatif aux recherches scientifiques sur les terres arides; N° 3 (1959). — Don Unesco; invent. 4395.

Braun-Blanquet, J. : Grundfragen und Aufgaben der Pflanzensoziologie; extr. Vistas in Botany : 145-171, 5 fig. (1959). — Don auteur; invent. 4455.

Elton, Ch. : The ecology of Animals; 97 p. (1957). London, Methuen and Co. Ltd. — New York, John Wiley and Sons Inc. — Don éditeurs; invent. 4466.

Lelouchier, P. : Contribution à l'étude écologique des versants de vallée : La vallée de l'Hermeton; extr. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **92** (1-2) : 39-76, 7 phot., 3 tab. (1960). — Don auteur; invent. 4489.

Rabeler, W. : Tier, Pflanze und Umwelt; extr. Der Ausgabe, **142**, 2 p. (1960). — Don Bundesanst. Vegetationskart. Stolzenau-Weser; invent. 4479.

Westhoff, V. : Bosmieren en mierenbossen; extr. De Levende Natuur, **63** (1960). — Don A. Lawalrée; invent. 4487.

5. Phytogéographie

Polunin, N. : Introduction to Plant Geography and some related Sciences: xix-640 p., 184 fig., 1 carte (1960). London, Longmans, Green and Co. — Don éditeur; invent. 4475; notice Bull. **93** : 197.

6. Europe

Barkman, J. J. : Phytosociology and Ecology of cryptogamic epiphytes, including a taxonomic survey and description of their vegetation units in Europe: xiii-628 p., 16 photos, 50 cartes, Supplement (1958), Assen-Netherlands, Van Garcum & Comp. — Don éditeur; invent. 4406; notice Bull. **92** : 272.

Kohlmeyer, J. : Sammlergebnisse einer biologischen Exkursion zur Insel Lampione; extr. Senck. Biol., **41** (1-2) : 125-132 (1960). — Don Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch., Frankfurt am Main; invent. 4449.

Lawalrée, A. : Revision des *Ballota* de Belgique de l'Herbier du Jardin botanique de l'État; extr. Bull. Jard. Bot. État Bruxelles, **29** (4) : 307-311 (1959). — Don auteur; invent. 4430.

Lawalrée, A. : Une Calcéolaire adventice en Belgique; extr. Rev. Verviét. Hist. Natur., **16** (8-10) : 65-66 (1959). — Don auteur; invent. 4426.

Lawalrée, A. : Annotations à la flore vasculaire des environs de Martelange: extr. Lejeunia, **22**, 1958 : 19-23 (1959). — Don auteur; invent. 4428.

Mullenders, W. : La position phytogéographique des hauts plateaux belges; extr. Vegetatio, **5-6** : 112-119 (1954). — Don auteur; invent. 4464.

Palmgren, Alvar : *Carex*-gruppen *Fulvellae* Fr. i Fennoskandien I.; Societas pro Fauna et Flora Fennica, Flora Fennica, II, 165 p., 25 pl. (1959). — Don Soc. Fauna et Flora Fennica; invent. 4452.

Reynders, Th. : Vegetatiekartering in het Leersumse Veld; extr. De Levende Natuur, **63** : 25-32, 3 fig. (1960). — Don A. Lawalrée; invent. 4470.

Rivera, V. : Sulla degradazione botanica della zone alte pascolative dell'Abruzzo aquilano; extr. La Ricerca Scientifica, **30** (2) : 3-6, 1 fig. (1960). — Don Ist. Orto Bot. Univ. Roma; invent. 4440.

SCHIMMEL, H. J. W. et TIDEMAN, P. : Het gebied der oude Rijnstrangen tussen Lobith en Zevenaar; extr. Natuur en Landschap, **14** (3) : 19 p., 11 fig. (1960). — Don A. Lawalrée; invent. 4488.

STRANDHEDE, SV.-G. : *Eleocharis* subseries *Palustres* i Skandinavien och Finland; extr. Botan. Notiser, **111** (1) : 228-236, 7 tab., 4 fig. (1958). — Don A. Lawalrée; invent. 4429.

TÜXEN, R. : Pflanzengesellschaften oligotropher Heidetümpel Nordwestdeutschlands; extr. Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel Zürich, **33** : 207-231, 5 fig. (1958). — Don Bundesanst. Vegetationskart. Stolzenau-Weser; invent. 4373.

TÜXEN, R. et SÖYRINKI, N. : Die Bullenkuhle bei Bokel; extr. Abh. Naturw. Verein. Bremen, **35** (2) : 374-394, 6 fig. (1958). — Don Bundesanst. Vegetationskart. Stolzenau-Weser; invent. 4372.

WESTHOFF, V., et KRUSEMAN, G. : *Poa Chaixii*, *Luzula luzuloides* en *Luzula maxima* bij Wassenaar; extr. De Levende Natuur, **62** : 168 (1959). — Don A. Lawalrée; invent. 4434.

WESTHOFF, V., et VAN LEEUWEN, C. G. : Is het Waterlepeltje (*Ludvigia palustris*) een oorspronkelijk inheemse soort ?; extr. De Levende Natuur, **63** : 8-16, 3 fig. (1960). — Don A. Lawalrée; invent. 4469.

7. Afrique et Macaronésie

CHOLNOKY, B. J. : Einige Diatomeen-Assoziationen aus Südwest Afrika; extr. Senckenb. Biol., **39** (5, 6) : 315-326, 7 fig. (1958). — Don auteur; invent. 4367.

CUFODONTIS, G. : Systematische Bearbeitung der in Süd-Aethiopien gesammelten Pflanzen; extr. Senckenb. Biol., **39** (5, 6) : 279-314, pl. 35-42 (1958). — Don auteur; invent.4368.

FERNANDES, A., et DINIZ, M. A. : Contribuição para o conhecimento das *Lythraceae* de Angola; extr. Garcia de Orta, **6** (1) : 87-129, 8 pl. (1958). — Don auteurs; invent. 4400.

FERNANDES, A., et DINIZ, M. A. : Contribuição para o conhecimento das *Samydaceae* de Angola; extr. Garcia de Orta, **6** (8) : 457-464, 8 pl. (1958). — Don auteurs; invent. 4402.

FERNANDES, A., et FERNANDES, R. : Revisão das *Onagraceae e Trapaceae* da Guiné Portuguesa, Cabo Verde e Macau; extr. Garcia de Orta, **5** (3) : 469-478, 6 pl. (1957). — Don auteurs; invent. 4399.

FERNANDES, A., et FERNANDES, R. : Contribuição para o conhecimento das *Passifloraceae* de Moçambique; extr. Garcia de Orta, **6** (2) : 241-262, 15 pl. (1958). — Don auteurs; invent. 4401.

FERNANDES, A., et FERNANDES, R. : Contribuição para o conhecimento das *Passifloraceae* de Angola; extr. Garcia de Orta, **6** (4) : 649-671, 16 pl. (1958). — Don auteurs; invent. 4401 bis.

FERNANDES, R. — Sobre a ocorrência de *Monanthotaxis Poggei* ENGL. et DIELS em Angola; extr. Garcia de Orta, **6** (4) : 673-677, 1 pl. (1958). — Don auteur; invent. 4403.

GAUSSEN, H., VERNET, A., et COLLABOR. : Carte Internationale du Tapis végétal : Tunis-Sfax; Inst. Géograph. National 1958 (1 : 1.000.000). — Don Service Bot. et Agron. Tunisie; invent. 4382.

Lawalrée, A. : Un *Plantago* nouveau de Madère; extr. Bol. Soc. Broteriana, ser. 2, **33** : 183-186, 2 pl. (1959). — Don auteur; invent. 4427.

Michelson, A. : *Markhamia lutea* K. Schum., Comité Nat. Kivu, Études forestières, N. S., n° 9, 89 p., fig., 1 pl. (1959). — Don Comité Nat. Kivu; invent. 4376.

Mullenders, W. : The phytogeographical elements and groups of the Kaniama District (High Lomami, Belgian Congo) and the analysis of the vegetation; extr. Webbia, **11** : 497-517, 4 pl., 2 cartes (1955). — Don auteur; invent. 4456.

Nègre, R. : Les *Diplotaxis* du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie; Mém. Soc. Sc. Natur. et Phys. Maroc, Bot., N. S., **1**, 122 p., 24 fig., 1 phot., 1 carte (1960). — Échange; invent. 4480.

Schmitz, A. et Misson, A. : Catalogue de l'Arboretum de l'Étoile, Élisabethville (Congo belge); Public. Comité Spéc. Katanga, sér. B, fasc. 15 : 248 p., 36 fig. (1959), Bruxelles. — Don Comité Spéc. Katanga; invent. 4420.

Sventienus, E. R. : Additamentum ad Floram Canariensem, v-93 p., 37 pl., phot. (1960). Matriti, Agronom. Investig. Nation. Hispan. Inst. — Don éditeur; invent. 4454.

Van der Ben, D. : La végétation des rives des lacs Kivu, Édouard et Albert. Exploration hydrobiologique des lacs Kivu, Édouard et Albert (1952-54). Résultats scientifiques; IV (1) : 191, 34 fig., 11 pl. (1959). — Don auteur; invent. 4442.

8. Amérique du Sud

Anais da Primera Reuniao Sul-Americana de Botanica; 2 vol., 290 + 343 p., fig. (1939-1940), Ministério Agric., Inst. Biol. vegetal, Jardim Bot., Rio de Janeiro. — Don éditeur; invent. 4419.

Eibl-Eibesfeld, J. : Survey on the Galapagos Islands; Unesco, Rapp missions, 31 p., 60 phot., 2 cartes (1959). — Don Unesco; invent. 4409.

Morello, J. : La provincia fitogeografíca del Monte; Opera Lilloana, II, 155 p., 59 fig., 57 pl. (1958). — Don Min. Educ. Justic. Nac., Univ. Nac. Tucuman, Fund. Miguel Lillo; invent. 4432.

9. Thallophytes et Phytopathologie

Colwell, R. R., et Listor, J. : Microbioloby of Shellfish : Bacteriological Study of the Natural Flora of Pacific Oysters (*Crassostrea gigas*); extr. Appl. Microbiol., **8** (2) : 104-109, 5 pl., 2 fig. (1960). — Don Fisheries Oceanogr. Libr. Univ. Washington, Seattle; invent. 4483.

Convegno micologico indetto ad Alba dalla Camera di Commercio , Industria e Agricoltura della Provincia di Cuneo in occasione del 25° anniversario della Fiera del Tartufo; extr. Allionia, **2** (2), Appendice pp. I-LV, fig. (1955), Torino. — Don Inst. Bot. Univ. Turin; invent. 4423.

Hennebert, G. L. : Le *Botrytis globosa* Raabe sur *Allium ursinum* en Belgique : Morphologie du Conidiophore; extr. Bull. Jard. Bot. État Brux., **28** (2) : 193-207, fig. 15-26 (1957). — Don auteur; invent. 4375.

Hennebert, G. L., et Gilles, G. L. : Épidémiologie de *Botrytis cinerea* Pers. sur Fraisiers; extr. Meded. v. d. Landbouwhogesch. Opzoekingst. Staat Gent, **23** : 864-888, XIX pl., 4 fig. (1958). — Don auteurs; invent. 4374.

Mostafa, M. A. : Review of fungal diseases of Cotton in Egypt; Egypt. Rev. Sci., **3**, 55 p. (1959). — Don Techn. Bur. Nation. Res. Centre Egypt, Dokki-Cairo; invent. 4490.

Skabitchevskii, A. P. : Planktonic, Diatomovic, Vodorosli Presnic Vod-SSSR. Sistematika, Ekologia i Rasprostranenie; 350 p., 126 fig. (1960), Moscou, Univers. — Échange; invent. 4468.

Steyaert, R. L. : Quelques données sur la physiologie de la capsule du cotonnier (en vue de l'étude de la stigmatomycose); extr. Ann. Gembloux, 1959 : 305-332, 6 fig. n. — Don auteur; invent. 4425.

Symoens, J.-J. : Contribution à la flore algale de l'Ardenne et des régions voisines; extr. Bull. Jard. Bot. État Brux., **30** (2) : 115-246, pl. III-X (1960). — Don auteur; invent. 4472.

10. Bryophytes

Herzog, Th., et Grolle, R. : Was ist *Pachyglosa?*; extr. Rev. Bryol. et Lichénol., **27** (3-4) : 147-165, 5 pl. (1958). — Don C. Vanden Berghen; invent. 4446.

Hodgson, E. A. : New Zealand Hepaticae (Liverworts) X : Marsupial Genera of New Zealand, with amendements and additions to paper V (*Jungermanniaceae*) 1946; extr. Trans. Roy. Soc. New Zealand, **85** (4) : 565-584, 2 fig. (1958). — Don C. Vanden Berghen; invent. 4422.

Vanden Berghen, C. : Hépatiques récoltées en Afrique par M. Monod; extr. Rev. Bryol. et Lichénol., **29** (1-2) : 50-67, 9 fig. (1960). — Don auteur; invent. 4476.

Vanden Berghen, C. : Hépatiques épiphylles des Monts Nimba (République de Guinée); extr. Rev. Bryol. et Lichénol., **29** (1-2) : 49 (1960). — Don auteur; invent. 4497.

Vanden Berghen, C. : Hépatiques récoltées par le Dr J.-J. Symoens dans la région péri-tanganyikaise; extr. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **92** (1-2) : 111-138, 9 fig. (1960). — Don auteur; invent. 4478.

11. Ptéridophytes

Brade, A. C. : Chaves artificiais para determinação de gêneros e subgêneros Brasileiros da familia *Polypodiaceae;* Presidencia da Republica Cons. Nac. Pesquisas, Rio de Janeiro, Bol. **4**, 75 p., 12 pl. (1958). — Don Inst. Brasil. Bibiliogr. Document.; invent. 4377.

12. Spermatophytes

Vanden Berghen, C. : Le Hêtre; Inst. Roy. Sci. Natur. Belg.; Carnets du Service éducatif, **5**, 35 p., 21 fig., 2 pl. (1959). — Don auteur; invent. 4389.

13. Paléobotanique

Andreánszky, G. : Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn; (Die paläoökologischen und zönologischen Beziehungen ihrer Entwicklungsgeschichte), 360 p., 238 fig., 68 pl. (1959), Budapest, Akadémiai Kiado. — Don Acad. Sci. Budapest; invent. 4404; notice Bull. **92** : 274.

Dykstra, S. J., et Piérart, P. : Lower carboniferous Megaspores from the Moscow Basin; extr. Meded. Geolog. Stichting, N. S., **11** : 5-19, 1 fig., 20 pl. (1959). — Don P. Piérart; invent. 4378.

Mullenders, W., Gullentops, F., et Crèvecœur, E. : L'oscillation de Bölling à Lommel (Campine, Belgique); extr. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **90** (2) : 315-317, 1 fig. (1958). — Don W. Mullenders; invent. 4467.

14. Palynologie

Delcourt, A., Mullenders, W., et Piérart, P. : La préparation des spores et des grains de pollen, actuels et fossiles; extr. Les Naturalistes Belges, **40** : 90-120, fig. (1959). — Don W. Mullenders; invent. 4459.

Dricot, E. M. : Recherches palynologiques sur le plateau des Hautes-Fagnes; extr. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **92** : 157-196, 4 fig., 5 graph. (1960). — Don Labor. Palynol. Inst. Carnoy Louvain; invent. 4485.

Mullenders, W. : Une clé à fiches perforées pour la détermination des grains de pollen et des spores; extr. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **91** (2) : 239-244, 1 fig. (1959). — Don auteur; invent. 4461.

Mullenders, W. : Contribution à l'étude palynologique des tourbières de la Bar (département des Ardennes); extr. Pollen et Spores, **2** (1) : 43-55, 1 tab. (1960). — Don auteur; invent. 4462.

Mullenders, W. et E. : Les pollens de *Bequaertia mucronata* et *Apodostigma pallens* (Hippocratéacées); extr. Grana Palynologica, N. S. **1** (3) : 15-17, 1 fig. (1958). — Don auteurs; invent. 4467.

Mullenders, W. et E. : Notulae Palynologicae : Les pollens de *Viola tricolor* L. *tricolor* et de *Viola maritima* Schweigg.; extr. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **90** : 5-12, 2 photos, 2 fig., 2 tab. (1957). — Don auteurs; invent. 4458.

Mullenders, W., et Mertens, J. : Étude palynologique d'une tombelle de l'âge du bronze à Weelde (Campine); extr. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **90** (2) : 311-313 (1958). — Don W. Mullenders; invent. 4463.

Mullenders, W., et Gullentops, F. : Palynologisch en geologisch onderzoek in de alluviale vlakte van de Dyle te Heverlee-Leuven; extr. Agricultura, ser. 2, **5** (1) : 57-64, 1 schéma (1957). — Don W. Mullenders; invent. 4465.

Munaut, A. V. : Première contribution à l'étude palynologique des sols forestiers du district Picardo-Brabançon; extr. Bull. Soc. Roy. Forest. Belg., juillet 1959 : 361-379, 4 fig., 1 pl. — Don W. Mullenders; invent. 4460.

15. Culture

Anonyme : Aklimatizatsia (Acclimatation des plantes); Rastenii Jar. Bot. Acad. Sci. Ukraine, **5**, 158 p., fig. (1958) Kiev. — Don Acad. Sci. R.S.S. Ukraine; invent. 4413.

Anonyme : Aklimatizatsia Roslin (Acclimatation des roses); Acad. Sci. Ukraine, **6**, 140 p., fig. (1959), Trav. Jard. Bot. Kiev. — Don Acad. Sci. R.S.S. Ukraine; invent. 4414.

Anghel, Gh., et Raianu, M., et Matei, C., et Bucurescu, N., et Radulescu, I., et Anganu, I., et Velea, C. : Determinarea calitătii semintelor (Détermination de la qualité des graines); 413 p., 146 fig. (1959); édit. Acad. Républ. Pop. Roumanie. — Don éditeur; invent. 4417.

Boom, B. K. : Nederlandse Dendrologie (vierde druk); 1959, 480 p., 134 fig. (1959), Wageningen, H. Veeman & Zonen. — Don éditeur; invent. 4405; notice Bull. **92** : 274.

Crossa-Raynaud, P. : Premières observations concernant la F_1 d'hybridation entre deux variétés d'abricotiers (*Caninos* × *Amor* Leuch); extr. C. R. XV[e] Congrès Intern. Hortic. Nice, avril 1958, 8 p., 2 fig., 2 tab. — Don auteur; invent. 4381.

Crossa-Raynaud, P. : Quelques enseignements à tirer du Congrès Intern. Hortic.; extr. Tunisie Agricole, nov. 1958, 7 p. — Don auteur; invent. 4383.

Crossa-Raynaud, P. : L'amélioration fruitière en Tunisie : les nouvelles variétés de Pêchers; extr. Tunisie Agricole, déc. 1957, 10 p. — Don auteur; invent. 4384.

Delanoue, P. : Les plantations de pêchers et la mouche des fruits; extr. Tunisie Agricole, nov. 1957, 13 p. — Don auteur; invent. 4385.

Renaud, M. : La taille des arbres fruitiers à noyau; 39 p., 19 phot. (1959) Alger, Soc. Hort. Algérie. — Don éditeur; invent. 4407.

Séguéla, J.-M. : Enseignements techniques à tirer de la campagne de céréales 1956-57; extr. Tunisie Agricole, janv.-févr. 1958, 27 p. — Don auteur; invent. 4386.

Valdeyron, M. : Applications de la méthode Kjeldahl au dosage rapide des protéines en vue de la sélection et de la commercialisation des céréales; extr. Acad. Agricult. France, Procès-verbal séance 6-11-1957, 9 p., 2 fig. — Don auteur; invent. 4391.

Valdeyron, G. : Quelques aspects de la génétique et de ses rapports avec l'amélioration des plantes; extr. Tunisie Agricole, janv. 1959, 7 p. — Don auteur; invent. 4387.

Valdeyron, G., et Séguéla, J.-M. : Principales conclusions obtenues après trois années d'études sur le mitadinage du blé dur; extr. Acad. Agricult. France, Procès-verbal séance 26-6-57, 4 p. — Don auteur; invent. 4390.

Yankovitch, L. : Les cases lysimétriques du Service Botanique et Agronomique de Tunisie : Résultats de vingt années d'expérimentation sur la fertilité des sols; extr. Tunisie Agricole, mai 1957, 14 p., 5 tab., 9 fig. — Don auteur; invent. 4388.

16. Varia

Academia Nacional de Ciencias (Cordoba, Argentina) : Homenaje a Alexander von Humboldt en el Centenario de su muerte; extr. Rev. Univ. Nac. Cordoba, ser. 2, 1 (1), 30 p., portrait (1960). — Don Univ. Nac. Cordoba; invent. 4453.

Anonyme : Na twintig jaar : redevoeringen ter herdenking van het twintigjarig bestaan der Academie uitgesproken door Prof. Dr. F. Van Goethem en Dr. Fr. Van Cauwelaert; Koninkl. Vlaamse Acad. Wetensch. Lett. en Schone Kunsten België, Algemeen openbare vergadering der drie klassen op zaterdag 13 december 1958, 24 p. (1959) Brussel. — Don Koninkl. Vl. Acad. België; invent. 4397.

Anonyme : The American Academy of Arts and Sciences; 19 p., phot. (1959) Boston. — Échange Amer. Acad. Arts Sci.; invent. 4436.

Anonyme : The Dedication of the Lewis L. Fawcett Memorial Terrace Garden, 11 p., phot. (1958); Brooklyn Inst. Arts and Sci., Brooklyn Botanic Garden. — Don éditeur; invent. 4418.

Boxus, R. : La flore médicale wallonne; 179 p. (1939) Huy, Imprimerie Degrace. — Don A. Lawalrée; invent. 4473.

COPIN, J. : Un précurseur de la Société d'Histoire de la pharmacie, le pharmacien-archéologue Désiré-Alexandre-Henri van Bastelaer; extr. Revue Médecine et Pharmacie (sect. pharmacie), n° 4 (1959), 7 p., portrait, 2 fig. (1960). — Don R. Tournay; invent. 4474.

GAVIN DE BEER : The Darwin-Wallace Centenary; extr. Smithson. Report 1958 : 333-357 (1959). — Don Smithsonian Institution; invent. 4431.

D'OLIVEIRA FEIJAO, R. : Elucidário fitológico : Plantas vulgares de Portugal continental, insular e ultra-marino (Classificaçâo, nomes vernaculos e aplicaçoes) : A.H.; Inst. Bot. Lisboa, Artigo de Divulgaçao, 1 (8), 472 p. (1960). — Don Inst. Bot. Faculd. Ciências Lisboa; invent. 4444.

FRITSCHÉ, E. : Centenaire de la naissance du Professeur A. Gravis : Rétrospective, 99 p. (sans date); Liège, Vaillant-Carmanne. — Don de l'auteur; invent. 4392.

GRIGORJEVA, I. F., et KOVALCHUK, T. M., et SKRIPKINA, T. I. : Guide-book of the Library of the Academy of Sciences of the U.S.S.R.; 112 p., 7 pl. n. (1959), Moscou-Leningrad. — Don Acad. Sci. U.R.S.S.; invent. 4412.

SERRA, J. A. : Cultura cientifica e nivel de vida; Inst. Bot. Lisboa, Artigo de Divulgaçao, 1 (8), 174 p. (1957). — Don Inst. Bot. Faculd. Ciências Lisboa; invent. 4445.

SERVICE BELGE DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX : Liste des Sociétés savantes et littéraires de Belgique; 141 p. (1960), Brux. — Don éditeur; invent. 4451.

SMITHSONIAN INSTITUTION : Report of the Secretary and Financial Report of the Executive Comittee of the Board of Regents for the year ended June 30, 1959; 243 p., 10 pl. (1960). — Don Smithsonian Instit. Washington; invent. 4481.

TOURNAY, R. : Le code de la nomenclature botanique, sa nécessité, son histoire, ses préceptes; extr. Natura Mosana, 11 (3-4) : 33-56 (1958). — Don auteur; invent. 4408.

UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE ET DE SES RESSOURCES : 6e Assemblée Générale, Athènes 1958. Procès-verbaux; 183 p. (1960), Brux. — Don éditeur; invent. 4450.

UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE ET DE SES RESSOURCES : 7e Réunion technique, Athènes 1958. I. Érosion et civilisation, Éducation en matière de conservation, Pollution atomique; 256 p., fig. (1959), Brux. — Don éditeur; invent. 4443.

Le 26 janvier 1961, le Conseil d'administration a décidé que les membres de la Société en règle de cotisation pouvaient emprunter tous les ouvrages de la présente liste.

NOTE BRÈVE

Polunin, Nicholas : Introduction to Plant Geography and some related Sciences; XIX-640 p., 184 fig., 1 carte dépliante col. (1960) London : Longmans, Green and Co. — Ce manuel didactique très bien fait groupe les chapitres suivants : I. Qu'est-ce que la phytogéographie ?; II. Les divers groupes de plantes, leur mode de vie et leur habitat; III. Réactions physiologiques, « adaptations » et formes biologiques; IV. Dispersion et migration : aides et barrières; V. Développement évolutionnaire et histoire passée; VI. Fondements des distributions modernes; VII. Types et aires des distributions naturelles; VIII. Modification et distributions naturelles des plantes cultivées et des mauvaises herbes; IX. Importance vitale pour l'humanité; X. Facteurs du milieu; XI. Principaux habitats, Successions et Climax; XII. Types de végétation des pays tempérés et voisins; XIII. Types de végétation des régions polaires et des hautes altitudes; XIV. Types de végétation des pays tropicaux et voisins; XV. Types de végétation des eaux douces et des eaux salées continentales; XVI. Types de végétation des mers; XVII. Paysages et végétation; XVIII. « Plant adjustments » et applications.

La présentation de l'ouvrage est excellente. Un volume englobant une matière aussi vaste renferme presque inévitablement çà et là quelque inexactitude. Par exemple, la carte de distribution d'*Osmunda regalis* L. s.l. (fig. 64, p. 203) est très incomplète au moins pour l'Afrique tropicale où ce taxon existe dans l'Oubangui-Chari, dans tout le Congo ex-belge (voir p. ex. Demaret, Bull. Jard. Bot. État Bruxelles, XIX, p. 268-269, 1949), etc. Mais dans son ensemble l'ouvrage de Polunin est précieux. — A. Lawalrée.

X[e] CONGRÈS INTERNATIONAL DE BOTANIQUE

Résultats de l'enquête sur l'opportunité d'organiser le X[e] Congrès à Bruxelles en 1964.

La Commission d'Enquête, créée par le Conseil d'administration de la Société Royale de Botanique de Belgique, et présentée par M. Mullenders, président de la Société, à l'Assemblée générale extraordinaire du 24 octobre 1959, a terminé ses travaux le 19 décembre 1959 (voir ce Bulletin, **92**, p. 282-286). Le Professeur Martens, président de la Commission, et le Professeur J. Léonard, secrétaire, ont rendu compte au Conseil d'administration, réuni à Bruxelles le 19 décembre 1959, de la mission confiée à la Commission, à savoir l'enquête sur l'opinion des botanistes belges quant à l'opportunité d'organiser à Bruxelles, en 1964, le X[e] Congrès International de Botanique.

Le dossier remis au Conseil comprend : 1° la composition de la Commission d'enquête, 2° le compte rendu des deux séances de celle-ci, 3° tous les formulaires originaux et signés, 4° les listes récapitulatives des résultats, 5° treize lettres de botanistes précisant les motifs ou nuances de leur option.

Les formulaires présentés par la Commission à l'option des botanistes belges, comportaient les 3 avis suivants : 1° avis favorable effectif, 2° avis favorable platonique (aucun engagement de participer activement à la préparation du Congrès), 3° avis défavorable.

Les 91 avis exprimés et signés se répartissent de la manière suivante :

1° avis favorables effectifs	11 soit	12,1 %
2° avis favorables platoniques	7 soit	7,7 %
3° avis défavorables	73 soit	80,2 %

L'Institut des Parcs nationaux du Congo belge, l'Institut pour la Recherche scientifique en Afrique centrale et l'Institut national pour l'Étude agronomique du Congo belge ont émis, en tant qu'instituts, des avis négatifs.

Ces résultats ont été communiqués par le président de la Société au Professeur Chouard, chargé d'assurer la liaison entre les IX[e] et X[e] Congrès internationaux, à MM. les Ministres de l'Agriculture et de l'Instruction publique, à MM. les Recteurs des Universités et des Instituts agronomiques, ainsi qu'aux Directeurs des Instituts de Recherche.

M. le Ministre de l'Agriculture a décidé de retirer son invitation de tenir le X[e] Congrès à Bruxelles et a porté cette décision à la connaissance de M. Chouard.

ACTIVITÉS DE LA SOCIÉTÉ EN 1960

Assemblée générale ordinaire du 7 février 1960.

La séance est ouverte à 14 h. 30 à la Fondation Universitaire sous la présidence de M. Mullenders, Président.

Sont présents : le C.F. Ferdinand; M^lle^ Van Schoor; MM. Bastin, Delvosalle, Demaret, J. Homès, M. Homès, Lambinon, Lawalrée, Lelouchier, J. Léonard, Malaisse, Martens, Maton, Mullenders, Piérart, Steyaert, Tournay, Vanden Berghen et Van Hoeter. — Assistait également à la séance : M^me^ Piérart.

Se sont excusés : le R.P. Dodelet; MM. J. Duvigneaud, Fredericq, Petit et Van der Veken.

1. *Le procès-verbal de la séance du 6 décembre* 1959 est lu et approuvé.

2. M. Van Hoeter, trésorier, présente le *bilan de* 1959 et le *projet de budget pour* 1960, qui sont approuvés par l'Assemblée.
Les comptes ont été vérifiés par M. Demaret.
Le montant de la cotisation annuelle reste inchangé.

3. *Elections.* — Sont élus au scrutin secret *membres du Conseil d'Administration* pour les années 1960-1962, MM. *Bastin, Delvosalle et Stockmans,* en remplacement de MM. Bouillenne, Piérart et Vanden Berghen, membres sortants et non rééligibles.

4. *Décès.* — Il est fait part de la mort de notre doyen d'âge, M. *Jean-Auguste-Hippolyte Houzeau de Lehaie,* né à Hyon le 6 mars 1867, décédé à Mons le 10 décembre 1959 dans sa 93^e^ année. Le défunt était membre de notre Société depuis 1907.

5. *Prix Émile De Wildeman* (1958-1959). — Le Jury, composé de M. Wilczek, secrétaire, et de MM. P. Duvigneaud, J. Léonard, W. Mullenders et J. Verplancke, membres, s'est réuni le 22 janvier 1960 en l'absence de M. P. Duvigneaud, en voyage au Congo belge, et de M. Verplancke.

Après examen des travaux publiés durant la période 1958-1959 et consacrés à la systématique congolaise, le Jury, tout en marquant sa grande estime pour les travaux de M. P. Heinemann sur les champignons du Congo (*Cantharellineae*) et pour ceux de M. E. Petit sur les *Polygalaceae* du Congo, propose à l'unanimité de décerner le Prix É. De Wildeman pour la période 1958-1959 à M. *P. Piérart*, pour son travail intitulé : « Contribution à l'étude des spores et pollens de la flore à *Glossopteris* (du Katanga) ».

Le Conseil d'Administration s'est rallié à cette proposition, et M. *P. Piérart est proclamé lauréat.*

6. M^lle^ Van Schoor remercie par lettre la Société pour l'octroi du prix É. De Wildeman (période 1957-1958).

7. Sont proclamés *membres* :

M^lle^ De Reu, Micheline, Lic. en Sc. Bot., 51 rue Laneau, Bruxelles 2, (présentée par M^lle^ Plancke et M. Steyaert);

M^lle^ Simon, Jacqueline, 208, avenue des Sept Bonniers, Forest, Bruxelles 19, (présentée par MM. M. Homès et P. Duvigneaud);

M. Simon, Jean, 16 rue Amélie Gomand, Jette, Bruxelles 9 (présenté par MM. M. Homès et P. Duvigneaud);

M. Tanghe, Martin, 11 *a*, Abbaye de Forest, Forest, Bruxelles 19 (présenté par MM. M. Homès et P. Duvigneaud);

M. Vandendoren, Willy, 12 rue des Bruyères, Biesme (Namur) (présenté par MM. M. Homès et Steyaert);

le C.F. Mansuet-André (Onraedt, Maurice), Professeur aux Écoles Normales, Malonne (présenté par MM. Demaret et Lawalrée).

8. Les personnes désireuses de recevoir la brochure groupant les allocutions prononcées lors de la Commémoration Charles Darwin sont invitées à s'inscrire chez le Secrétaire.

9. *L'herborisation annuelle de* 1960 aura lieu du 4 au 7 juin, dans le Boulonnais : départ en car de Lille ou de Calais. Sont commissaires : MM. Durin, Géhu et Vanden Berghen, et M^lle^ Lericq.

10. *L'herborisation générale de* 1961 aura probablement lieu dans les Causses, la première quinzaine de juillet. Elle durera une dizaine de jours et reviendra aux environs de 6.000 francs. Les personnes qui comptent y participer sont invitées à donner dès maintenant une adhésion de principe à M. Vanden Berghen, organisateur de cette session.

11. Avant de faire son exposé, M. Piérart remercie la Société pour le prix É. De Wildeman (1958-1959) qu'elle vient de lui décerner.

12. L'assemblée écoute les *communications* suivantes :

P. Piérart. — L'évolution de la mégaspore. (Communication illustrée de projections et suivie d'échanges de vues entre l'auteur et MM. Martens, Vanden Berghen et Lawalrée.) — Voir ce Bulletin, p. 7.

J.-L. Ramaut. — La chromatographie de partage sur papier des acides lichéniques. (Après cette communication, résumée par M. Vanden Berghen, l'assemblée, s'exprimant par le truchement de M. Martens, regrette que l'auteur ne soit pas venu lui-même exposer son travail.) — Voir ce Bulletin, p. 27.

J. Lambinon et P. Duvigneaud. — Étude systématique et phytogéographique d'un groupe de *Lightfootia* à inflorescence contractée. (Communication présentée par M. Lambinon et suivie d'échanges de vues entre M. Vanden Berghen et l'orateur.) — Voir ce Bulletin, p. 41.

13. En fin de séance, M. M. Homès propose que la Société publie dans son Bulletin l'*inventaire du fonds Léo Errera* établi par M. Pelseneer à la suite de la Commémoration Léo Errera. L'assemblée marque son accord sur cette proposition : si le texte en parvient tôt assez, l'inventaire sera inséré dans le tome 92 du Bulletin.

La séance est levée à 16 h.

Séance ordinaire du 26 mars 1960.

La séance est ouverte à 14 h., à la Fondation Universitaire, sous la présidence de M. Mullenders, Président.

Sont présents : le R.P. Pauwels; M^mes^ Homès-Balasse et Vanden Driessche-Oedenhoven; M^lles^ Blaze, Van Bockstal et Van Schoor; MM. P. Duvigneaud, Evrard, J. Homès, Lawalrée, Lebrun, Lelouchier, J. Léonard, Malaisse, Piérart, Pletinckx, R. Steyaert, Tanghe, Tournay, Vanden Berghen et Vanderweyen.

Se sont excusés : MM. Bouillenne, Demaret, J. Duvigneaud, M. Homès, Liben, Maton, Petit, A. Robyns, W. Robyns, Van der Veken et Van Hoeter.

1. Le *procès-verbal de l'Assemblée Générale du 7 février* 1960 est lu et approuvé.

2. Une cérémonie organisée par la ville de Mons en hommage à feu Jean Houzeau de Lehaie et primitivement prévue pour le 2 avril, est reportée au 9 avril. Elle se tiendra en la salle des concerts de l'Hôtel de Ville de Mons. Notre Société y sera représentée.

3. Pour compléter les cadres de leur centre de recherches agricoles au Congo belge, les Huileries du Congo Belge (46, rue Montoyer, Bruxelles)

désirent engager un élément universitaire dont les travaux seraient consacrés essentiellement au domaine de la génétique et de la pathologie.

4. L'assemblée écoute les *communications* suivantes :

L. Liben. — Les bosquets xérophiles du Bugesera (Ruanda). (Communication présentée par M. J. Lebrun.) — Voir ce Bulletin, p. 93.

C. Vanden Berghen. — Hépatiques récoltées par J.-J. Symoens dans la région péri-tanganyikaise. — II. — Voir ce Bulletin, p. 55.

J. Homès. — Réactions histologiques provoquées dans l'hypocotyle de *Gossypium hirsutum* L. par des greffes, des incisions et des décapitations. — Voir ce Bulletin, p. 75.

P. Duvigneaud et M^lle^ Van Bockstal. — Études sur la végétation du Katanga et de ses sols métallifères. — VI : Le genre *Sopubia* (*Scrophulariaceae*). (Communication présentée par M. P. Duvigneaud).

La séance est levée à 16 h.

Séance ordinaire du 8 mai 1960.

La séance est ouverte à 15 h., à la Fondation Universitaire, sous la présidence de M. Mullenders, Président.

Sont présents : M^lle^ Van Schoor ; MM. Boon, G. Coûteaux, M. Coûteaux, Delvosalle, J. Duvigneaud, Evrard, Labrique, Lawalrée, Lebrun, Lelouchier, Martens, Maton, Mullenders, Opsomer, Piérart, Steyaert, Stockmans, Tournay, Van Hoeter et Vanhoorne. — Assistait également à la séance : M^me^ Lelouchier.

Se sont excusés : MM. Anciaux, André, Demaret, J. Homès, M. Homès, J Léonard, Petit, Vanden Berghen et Van der Veken.

1. Le *procès-verbal de la séance ordinaire du 26 mars* 1960 est lu et approuvé.

2. Le Président annonce que le Professeur *Lucien Hauman*, ancien Président de la Société, a reçu le *Prix Décennal des Sciences Botaniques* pour la période 1948-1958. L'assemblée applaudit.

3. Sont proclamés *membres* de la Société :

Le Cher Frère Remy (Gaston Van Pelt), École Saint-Joseph, Hoevezavel (post Waterschei) (présenté par le Cher Frère Ferdinand et M. De Decker);

M^lle^ Blaze, Françoise-Marcelle, 78 avenue Jean Sobieski, Bruxelles 2 (présentée par MM. P. Duvigneaud et M. Homès);

M^lle^ Van Bockstal, Liliane, étudiante, 20 drève des Weigelia, Boitsfort (présentée par MM. P. Duvigneaud et J. Léonard);

M. Boon, André, professeur, 49 avenue Joseph Chaudron, Auderghem (présenté par MM. P. Duvigneaud et Lawalrée);

M. Charlier, Georges, 35 rue Ferrer, Godarville (présenté par MM. Depasse et Lawalrée);

L'École Provinciale d'Horticulture, 71 avenue Nellie Melba, Anderlecht (présentée par MM. Mullenders et Lawalrée).

4. L'organisation de l'*herborisation annuelle* 1960, dans le Boulonnais et l'Artois, est presque terminée. Elle groupera 32 membres de notre Société.

5. L'assemblée écoute ensuite les *communications* suivantes :

J. E. Opsomer. — Un botaniste trop peu connu : Willem Quackelbeen (1527-1561). — Voir ce Bulletin, p. 113.

W. Mullenders. — Recherches palynologiques : *a*) vallée de la Grande Nèthe à Geel; *b*) plateau des Tailles : tourbières du Grand Passage. — Voir ce Bulletin, p. 131.

L. Delvosalle. — A propos de certaines cartes de dispersion. — Voir ce Bulletin, p. 137.

M. Homès et M^lle^ Van Schoor. — L'alimentation minérale des plantes : Note V. — Voir ce Bulletin, p. 151.

La séance est levée à 17 h.

Séance ordinaire du 9 octobre 1960.

La séance est ouverte à 14 h. 30, à la Fondation Universitaire, sous la présidence de M. Mullenders, Président.

Sont présents : le C.F. Ferdinand; M^me^ Brison, M^lles^ Hannevart et Van Schoor; MM. André, Bastin, Boon, Delvosalle, J. Duvigneaud, Fredericq, J. Homès, M. Homès, Labrique, Lawalrée, J. Léonard, Martens, Maton, Mullenders, Piérart, Pletinckx, Roisin, Stockmans, Tournay, Vanden Berghen et Van der Ben.

S'est excusé : M. Van Hoeter.

1. L'assemblée se recueille à la mémoire de M. *Alexandre Conard,* Professeur à l'Université Libre de Bruxelles, membre de la Société depuis 1920. décédé le 9 juillet 1960.

2. Le *procès-verbal de la séance ordinaire du 8 mai* 1960 est lu et approuvé.

3. L'ouvrage de *N. Polunin, Introduction to Plant Geography and some related Sciences* (1960) envoyé par l'éditeur à la Société, est présenté aux membres.

4. Sont proclamés *membres* de la Société :

Sœur Marie-Vincent (M^lle^ Louise Collard), des Ursulines de l'Union

Romaine, 22 rue des Joyeuses Entrées, Louvain (présentée par MM. Boon et Lawalrée);

M^me^ Lelouchier-Dagnelie, Hélène, 137 avenue Général Médecin Derache. Ixelles, poste Bruxelles 5 (présentée par MM. Lelouchier et Dagnelie).

5. L'assemblée écoute les *communications* suivantes :

J. Homès. — Formations libero-ligneuses corticales dans l'hypocotyle de *Gossypium* (projections). (Communication suivie d'échanges de vues entre l'orateur et M. Martens).

J. Duvigneaud. — Nouvelles stations d'*Ulmus laevis* en Belgique. (Communication suivie d'échanges de vues entre l'auteur et M. Piérart.) — Voir ce Bulletin, p. 171.

J. Duvigneaud. — Les forêts sur calcaire de l'Entre-Sambre-et-Meuse (projections). (Communication suivie d'échanges de vues entre l'auteur et MM. Delvosalle et Roisin, notamment concernant la répartition en Belgique d'*Asperula odorata*.) — Voir ce Bulletin, p. 161.

J. Heim et W. Mullenders. — Rapports entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle de la Forêt d'Anlier. (Communication présentée par M. W. Mullenders.)

W. Mullenders. — Recherches palynologiques : *a*) en Forêt d'Anlier (collab. Chr. Knop); *b*) à la tourbière « de Moeren » à Postel (collab. M. Coremans) (projections). (Communication suivie d'échanges de vues entre l'orateur et M. J. Duvigneaud.)

La séance est levée à 17 h.

Séance du 26 novembre 1960 (Liège).

La visite de la Société Royale de Botanique de Belgique à l'Université de Liège réunit près de 100 personnes.

Section Paléobotanique.

A 10 h. 30, M^lle^ S. Leclercq, Professeur, accueille les participants au département de Paléontologie végétale (7, place du 20 août). Après le discours d'introduction, des groupes vont écouter les exposés des divers chercheurs et examiner leur matériel, concernant les questions suivantes :

1) plantes du Dévonien avec structure anatomique conservée (S. Leclercq);

2) palynologie du Crétacé (M. Streel) et du Dévonien (S. Leclercq);

3) dépelliculations composées, relatives aux plantes du Houiller, conservées dans des Coal Balls (S. Leclercq et J. Lewalle);

4) sporomorphes du Houiller de Campine (R. Noël).

La Société se rend ensuite à l'Institut Botanique (3, rue Fusch). Après le lunch, elle entend des exposés de MM. Bouillenne, Darimont et Lambinon concernant les recherches réalisées à l'Institut et concernant son transfert

au Sart-Tilman. Les membres de la Société visitent ensuite les divers laboratoires.

Section : MORPHOLOGIE ET SYSTÉMATIQUE (46, rue Bassenge, Prof. A. Monoyer et F. Darimont) :

1) Systématique et floristique des Macromycètes de Belgique (F. Darimont, J. Damblon et J. Lambinon);

2) Systématique et écologie des Cryptogames :

a) Micromycètes des sols (J. Remacle);

b) Lichens (J. Lambinon);

c) Characées (Cl. Gillet);

d) Bryophytes (J. Lefèbvre et J. Lambinon);

3) Substances lichéniques en rapport avec la systématique (J .Ramaut);

4) Systématique et floristique des Spermatophytes (J. Lambinon);

5) Zoocécidies, leur importance dans l'étude des biocénoses (J. Lambinon).

Section : GÉNÉTIQUE (46, rue Bassenge, Prof. J. Moutschen) :

1) Effets des substances mutagènes et des radiations ionisantes (J. Moutschen);

2) Localisation intracellulaire de substances mutagènes (M. Moutschen-Dahmen);

3) Apogamie chez les fougères (M. Reeckmans);

4) Action combinée des substances mutagènes et des radiations (J. Moutschen);

5) Cytologie et morphogenèse des Characées (Cl. Gillet).

Section : ÉCOLOGIE ET PHYTOGÉOGRAPHIE (3, rue Fusch, Prof. R. Bouillenne) :

1) Phytosociologie des hautes Fagnes (M. Streel);

2) Écologie des faciès forestiers et marécageux du lac Tumba (J. Moureau et R. Bouillenne);

3) Écologie et phytosociologie des Esobe (P. Deuse);

4) Ethnobotanique katangaise (G. Bernier);

5) A propos de quelques *Cordyceps* africains (J. Moureau);

6) Écologie de *Geophylla renaris* (R. Bronchart).

Section : PHYSIOLOGIE ET PHYTOCHIMIE (3, rue Fusch, Prof. R. Bouillenne et M. Bouillenne-Walrand) :

1) Écologie expérimentale et morphogenèse :

a) de divers Bryophytes (R. Schumacker, Ch. Bauduin et R. Matagne);

b) des colonies prothalliennes de divers Ptéridophytes (E. Colonval-Elenkova);

2) Photopériodisme, croissance et floraison :

a) chez *Salvia spendens* (R.M. Crawford, Th. Gaspar et A. Parmentier);

b) en rapport avec diverses intensités lumineuses chez *Salvia* et *Hyoscyamus* (T. Gaspar, J. El Tannir-Lomba et A. Parmentier);

c) en rapport avec diverses températures chez la tomate (M. Ledoyen);
d) de tomates défoliées (R. Bouillenne);

3) Substances de croissance et floraison :
a) Teneur en AIA chez *Hyoscyamus niger* (M. Bouillenne-Walrand et M. Pacque-Gilson);
b) Action de la gibberelline sur diverses espèces (M. Bouillenne-Walrand);
c) Rapports entre la teneur en AIA et le traitement à la gibberelline (M. Bouillenne-Walrand);

4) Substances de croissance et chlorophylles (M. Bouillenne-Walrand);
5) Chlorophylles et floraison (J. El Tannir-Lomba, A. Parmentier et Th. Gaspar);
6) Phénoloxydase (Ch. Kaminski) et rhizogenèse (C. Leyh);
7) Absorption du P^{32} et du Ca^{45} (Cl. M. Bacq et G. Bernier);
8) Trichlorex, antibiotique de synthèse (M. Bouillenne-Walrand);
9) Biogenèse du copal (Ch. Cheuvart);
10) Physiologie d'*Aspergillus versicolor* (Ramaut).

Le thé est servi entretemps vers 16 heures.

Ce n'est qu'à regret que les visiteurs quittent les laboratoires vers 19 h. 30.

Herborisation de la Société en 1960.

4-6 juin 1960. — Nord-ouest de la France : Boulonnais.

TABLE DES MATIÈRES

du Tome 93

P. Piérart. — L'évolution de la mégaspore 7
J. L. Ramaut. — La chromatographie de partage sur papier des acides lichéniques 27
J. Lambinon et P. Duvigneaud. — Étude systématique et phytogéographique d'un groupe de *Lightfootia* à inflorescence contractée ... 41
C. Vanden Berghen. — Hépatiques récoltées par le Dr J.-J. Symoens dans la région péri-tanganyikaise 55
J.-L.-A. Homès. — Réactions histologiques provoquées par des greffes, des décapitations et des incisions 75
L. Liben. — Les bosquets xérophiles du Bugesera (Ruanda) 93
J. E. Opsomer. — Un botaniste trop peu connu, Willem Quackelbeen (1527-1561) 113
W. Mullenders et M. Coremans. — Recherches palynologiques dans la vallée de la Grande Nèthe à Geel (Campine belge) 131
L. Delvosalle. — A propos de certaines cartes de dispersion 137
M. V. Homès et G. H. Van Schoor. — L'alimentation minérale des végétaux (V) 151
J. Duvigneaud. — La végétation de l'Entre-Sambre-et-Meuse : la hêtraie des sols calcaires 161
J. Duvigneaud. — *Ulmus laevis* Pallas : sa distribution en Belgique et son écologie 171
Acquisitions principales de la bibliothèque de la Société en 1959 et 1960 187
Note Brève 197
Xe Congrès International de Botanique 198
Activités de la Société en 1960 :
Assemblée générale ordinaire du 7 février 1960 199
Séance ordinaire du 26 mars 1960 201
Séance ordinaire du 8 mai 1960 202
Séance ordinaire du 9 octobre 1960 203
Séance du 26 novembre 1960 (Liège) 204
Herborisation de la Société en 1960 205
Table des Matières du Tome 93 207

Publications mises en vente par la Société

1. Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique :

Tomes 1-2, 11-12, 24, 40, 42, 54 : épuisés (quelques fascicules sont encore disponibles; prix à convenir).

Tomes 3-10, 25-26, 41, 43, 46-47, 49, 60, 63-65 : 350 francs belges le tome.

Tomes 13-23, 27-39, 45, 48, 52-53, 55-59, 61-62, 67-69, 71 et suivants : 275 francs belges le tome.

Tome 44, avec annexe (Massart, J. — Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Annexe) : 375 francs belges.

Note. — Le mémoire de Massart est réparti entre les tomes 44 (pp. 59-129, 192-269), 45 (pp. 205-320) et 46 (pp. 39-83, 105-220). Il comporte en outre une annexe (liste géographique, liste des associations, liste écologique, photographies, diagrammes, cartes), publiée comme annexe au tome 44. Les tomes 44 à 46 sont disponibles au prix total de 1.000 francs belges.

Tome 51, volume jubilaire : 350 francs belges.

Tome 66, avec supplément (Hauman, L. et Balle, S., Catalogue des Ptéridophytes et Phanérogames de la flore belge) : 300 francs belges.

Tome 70, avec supplément (Duvigneaud, P. et Giltay, L., Catalogue des Lichens de Belgique) : 300 francs belges.

Tables générales des tomes 1-25 (1862-1887) : 275 francs belges.

Tables générales des tomes 26-49 (1887-1912) (= tome 50) : 275 francs belges.

Tables générales des tomes 51-75 (1912-1942) : 300 francs belges.

Notes. — *a*) Il n'est pas vendu de fascicules séparés.

b) Les tomes 44, 66 et 70 ne sont pas vendus sans leur annexe ou supplément, et réciproquement.

c) Un abonnement d'un an donne droit à recevoir le tome relatant les activités de la Société au cours de l'année précédente. Depuis le tome 56, chaque tome comprend en principe deux fascicules; le premier paraît normalement au cours du second semestre, le second au cours du premier semestre de l'année suivante. A titre d'exemple, un abonnement au Bulletin pour 1953 donne droit à recevoir le tome 85, relatant les activités de 1952; ce tome comprend deux fascicules, parus le premier en novembre 1952, le second en juin 1953.

2. Annales et Bulletin de la Société Belge de Microscopie :

La série complète (1874-1907) (28 tomes) : 2.800 francs belges. Les tomes séparés disponibles : 100 francs belges le tome.

3. Massart, J. — Esquisse de la géographie botanique de la Belgique. — Bruxelles, 1910 (2 volumes) : 325 francs belges.

4. Actes du IIIe Congrès International de Botanique, Bruxelles 1910. — Bruxelles, 1913 (2 volumes) : 250 francs belges.

Conditions générales de vente.

Les prix indiqués sont les prix forts en francs belges, sur lesquels nous consentons aux libraires une réduction de 50 fr. par tome, pour le *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* seulement. Les frais de port et les taxes éventuelles sont facturés.

Sauf pour les *Annales* et *Bulletin de la Société Roylae Belge de Microscopie*, nos membres bénéficient de prix réduits, valables pour l'achat d'un seul exemplaire, s'il sont inscrits depuis 3 ans au moins et en règle de cotisation. Renseignements chez le trésorier.

Adresser les commandes au trésorier de la Société, 236 rue Royale, Bruxelles 3.

C.C.P. N° 751.14 de la Société Royale de Botanique de Belgique, a.s.b.l., 61 rue Saint-Quentin, Bruxelles 4.

Compte N° 56706 de la Société Royale de Botanique de Belgique, a.s.b.l., Banque de la Société Générale de Belgique, 3 Montagne du Parc, Bruxelles 1.

Société Royale de Botanique de Belgique

(Association sans but lucratif, fondée en 1862).

BUT : La Société Royale de Botanique de Belgique a pour but de propager le goût des observations et des recherches botaniques, et de contribuer par ses travaux au progrès de la science botanique.

SIÈGE SOCIAL : 236 rue Royale, Bruxelles 3.

MEMBRES : Pour devenir membre effectif de la Société, il faut être présenté par deux membres effectifs, et être admis par le conseil d'administration; les personnes qui désirent devenir membres de la Société mais n'y ont pas de relations, peuvent s'adresser au secrétaire. Le titre de membre perpétuel peut être conféré par la Société en hommage posthume aux membres qui lui ont rendu des services exceptionnels. La Société nomme aussi des membres honoraires. Le taux des cotisations annuelles est fixé anticipativement, en décembre, par le conseil d'administration. Les membres sont abonnés gratuitement au bulletin, s'ils paient la cotisation entière.

SÉANCES : La Société tient : une assemblée générale annuelle en février; des assemblées générales extraordinaires lorsqu'il y a lieu; six séances ordinaires annuelles en février, en mars ou en avril (séance consacrée à la botanique africaine), en mai, en octobre et en décembre, et enfin une séance locale de date variable.

PUBLICATIONS : Voir page 3 de la couverture.

HERBORISATIONS : La Société organise annuellement une herborisation générale d'une durée minimum de deux jours, en Belgique ou à l'étranger. D'autres herborisations peuvent être organisées.

BIBLIOTHÈQUE : Elle est déposée au siège social; tous les ouvrages peuvent être consultés sur place, en semaine, de 9 à 12 h. et de 14 à 17 h., sauf le samedi. Tout membre effectif peut obtenir en prêt, contre reçu signé par lui et sous sa responsabilité, les ouvrages faisant partie de la bibliothèque de la Société, sauf ceux de grande valeur ou de consultation courante. Le prêt se fait pour quinze jours; il est renouvelable trois fois, sur demande. Il peut se faire, en écrivant au bibliothécaire et en indiquant aussi exactement que possible l'ouvrage désiré. Le prêt par correspondance est consenti pour un mois; il est renouvelable sur demande pour deux périodes de quinze jours au plus. Tous les livres doivent être renvoyés au bibliothécaire pour le 15 décembre au plus tard, en vue du récolement annuel.

Imprimerie Médicale et Scientifique, S. A., 67, rue de l'Orient, Bruxelles 4. - Tél. 47.38.99.
Directeur : P. Brizec, 94, avenue de Broqueville, Bruxelles 15.